


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung

der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **C. M. v. Bauernfeind** in München, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **R. Helmert** in Potsdam, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **A. Kundt** in Berlin, **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Zwölfter Jahrgang 1892.



Berlin.

Verlag von Julius Springer

1892.

Inhaltsverzeichniss.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Referate.

Vereins- und Personennachrichten.

Patentschau.

Für die Werkstatt.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. H. Haensch, Beisitzer. Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

XII. Jahrgang. **Januar 1892.** Erstes Heft.

Das Aspirationspsychrometer.

Von Dr. **Richard Assmann** in Berlin.

Der vom Verfasser im Jahre 1886 erfundene, später in Verbindung mit dem Ingenieur Bartsch von Sigsfeld konstruktiv verbesserte Apparat, welcher den Namen „Aspirationspsychrometer" führt, hat den Zweck, die wahre Temperatur und Feuchtigkeit der Luft ohne weitere Vorkehrungen allenthalben bestimmen zu können. Mit der Erreichung dieses Zweckes würde der für die Beurtheilung des Werthes der entsprechenden meteorologischen Aufzeichnungen so wichtige, zur Zeit noch fehlende Normalapparat gefunden sein. Ausserdem aber würde die Gewinnung einwurfsfreier Werthe in den Regionen stärkster Sonnenstrahlung, also in den Tropen und den höheren Atmosphärenschichten ermöglicht werden.

Die Zwecke des Apparates sollen erreicht werden durch die übliche Verbindung eines „trocknen" und eines „befeuchteten" Thermometers; das erste liefert die Werthe der Lufttemperatur, aus der Differenz der Stände beider Instrumente wird, wie bei dem bekannten August'schen Psychrometer, der Wasserdampfgehalt der Luft ermittelt.

Für die Bestimmung der wahren Lufttemperatur, oder wenigstens „einer für alle praktischen Bedürfnisse ausreichenden möglichst grossen Annäherung an dieselbe" mussten folgende Bedingungen erfüllt werden.

Das Thermometer musste geschützt werden:

1. vor dem Einfluss der strahlenden Wärme, direkter sowie reflektirter Einstrahlung und der Ausstrahlung;
2. vor der Zuleitung und Zuführung von Wärme seitens aller anderen Körper als der zu untersuchenden atmosphärischen Luft;
3. vor der Benetzung durch Niederschläge.

Zu 1. Die Strahlungseinflüsse werden bei unserem Apparate ferngehalten durch Einschluss des Thermometergefässes in zwei gleichaxige vernickelte Messingrohre, welche aussen und innen Hochglanzpolitur besitzen.

Zu 2. Um die Leitung und Zuführung von Wärme zu dem Thermometer möglichst zu verringern, erhielten die in 1 genannten beiden Umhüllungsrohre

a) thunlichst kleine Massen und Oberflächen,

b) eine thermische Isolirung sowohl von einander, als auch von dem übrigen Körper des Apparates durch Einschaltung eines schlechten Wärmeleiters.

Hiernach kann nur noch von den Umhüllungsrohren und der von ihnen umschlossenen Luft Wärme zugeleitet oder zugeführt werden, weshalb

c) diese Luft beständig und mit einer derartigen Geschwindigkeit erneuert wird, dass dieselbe mit den Oberflächen der Umhüllungsrohre nur während einer möglichst kurzen Zeit in Berührung kommt.

Zu 3. Der Schutz gegen Benetzung des Thermometergefässes war durch die Umhüllungsröhren in 1 ohne Weiteres erreicht.

Der durch die vorgenannten Maassnahmen hervorgerufene thermische Vorgang stellt sich nun folgendermaassen dar. Betrachten wir zunächst diesen Vorgang bei noch nicht eingeleiteter Luftbewegung im Innern der Hüllrohre, so erhellt, dass das äussere Hüllrohr (*c* der Figur) von der Sonnenstrahlung, welcher der ganze Apparat frei ausgesetzt wird, sowie von der reflektirten Wärmestrahlung der Umgebung und des Erdbodens ein Quantum Wärme erhält, welches, der Absorptions- und Emissionsfähigkeit des polirten Metalls entsprechend, dessen Temperatur über die der umgebenden Luft erhöht.



Der Betrag dieser Temperaturerhöhung wird deshalb ein verhältnissmässig geringer sein, weil Metalle an sich schon wenig Wärme absorbiren, ausserdem aber durch die Hochglanzpolitur ein beträchtlicher Theil der zugestrahlten Wärme reflektirt wird.

Da Metalle adiatherman sind, kann die an der äusseren Oberfläche absorbirte Wärme nur durch Leitung den inneren Schichten und der inneren Oberfläche des Hüllrohres mitgetheilt werden. Von hieraus strahlt dieselbe durch den zwischen der äusseren und inneren Röhre befindlichen zylindrischen Luftraum auf die äussere Oberfläche der inneren Röhre *b*, wird hier zu einem Theile absorbirt und muss so auch die Temperatur der letzteren um einen gewissen Betrag erhöhen. Da das äussere Rohr in den Elfenbeinring *d* eingeschraubt, das innere an dem letzteren durch vier feine Schrauben *e* befestigt ist, findet eine unmittelbare Ueberleitung von Wärme von dem äusseren auf das innere Rohr nur in sehr beschränktem Maasse statt.

Die durch Leitung der inneren Oberfläche des Innenrohres zugebrachte Wärme strahlt von hier abermals aus und kann nun ohne Weiteres das Thermometergefäss treffen und erwärmen.

Da man ohne Zweifel die äusserst geringe Erwärmung der inneren Röhre und des Thermometergefässes durch Leitung vermittels der im äusseren und inneren Hohlzylinder befindlichen Luft praktisch vernachlässigen darf, bleibt nur noch die Erörterung der Wärmezuführung übrig.

Die äussere Hüllröhre strahlt nicht nur Wärme nach innen aus, sondern giebt auch Wärme an die ihr anliegende Luftschicht ab, welche hierdurch zum Aufwärtssteigen veranlasst wird und, ohne mit dem Thermometergefässe in Berührung zu kommen — siehe die Figur — in das zentrale Aspirationsrohr *g* tritt und von dort aus den oberen Oeffnungen des Apparates bei *u* entweicht. Zugleich wird aber die hierdurch eingeleitete natürliche Ventilation einen steten Ersatz der abgeflossenen Luft bewirken, welche der nächsten Umgebung der unteren Oeffnungen, also der freien, thermisch nicht beeinflussten Atmosphäre entnommen wird. Es leuchtet ein, dass hierdurch nicht nur der äusseren Umhüllung, sondern auch dem inneren Rohre fortgesetzt Wärme entzogen wird.

Das innere Hüllrohr erhält keinerlei leuchtende Strahlung, sondern ausschliesslich dunkle Wärmestrahlen vom äusseren Hüllrohre und vom Erdboden aus. An seiner Innenseite wird demnach ebenfalls ein schwächerer Strom höher temperirter Luft aufwärts sich bewegen und dabei wärmere Luft aus den unterhalb des Thermometergefässes gelegenen Partien an dieses selbst heranführen; hierdurch müsste also der Stand des Thermometers über die wahre Lufttemperatur erhöht werden.

Je kürzer aber das unterhalb des Thermometergefässes befindliche Rohrstück ist und je kürzere Zeit die in aufsteigender Bewegung befindliche Luft mit den Hüllrohren, der alleinigen schädlichen Wärmequelle, in Berührung bleibt, um so geringer wird die Erwärmung der Luft ausfallen und um so weniger kann der Thermometerstand erhöht werden.

Aus der Betrachtung dieser thermischen Vorgänge mussten sich als weitere Konstruktionsprinzipien folgende ergeben:

1. Die thunlichste Verkürzung des Weges, auf welchem die Luft Wärme aufnehmen kann;
2. die Erzielung einer massenhaften Lufterneuerung auf dem Wege künstlicher Ventilation.

Zu 1. Der Verkürzung der das Thermometergefäss überragenden Hüllrohre ist eine Grenze gesetzt durch deren weitere Aufgabe, den von der Umgebung und dem Erdboden ausgehenden reflektirten Wärmestrahlen den Zutritt zum Thermometergefässe thunlichst zu verwehren. Würde man also die Umhüllungen etwa nur bis zur Höhe des unteren Thermometerendes reichen lassen, so würde das Gefäss des letzteren reflektirte Strahlung von einem erheblich grösseren Stücke der Erdoberfläche erhalten als in dem Falle, in welchem die Umhüllungen das Gefäss überragen.

Unter Berücksichtigung dieser Erwägungen wurde experimentell ermittelt, dass man dem das Thermometergefäss überragenden Stücke der Hüllrohre eine Länge von 2 *cm* geben müsse, um den beiden oben erörterten Anforderungen möglichst gerecht zu werden.

Bei diesen Dimensionen kann die Seitenwand eines zylindrischen Thermometergefässes von 4 bis 4,5 *mm* Durchmesser und 10 bis 12 *mm* Länge bei einer Weite des Hüllrohres von 1 *cm* unter Einfallswinkeln von nur 5 bis 7° direkt getroffen werden, während man den an der Spitze des Gefässes liegenden Theil seiner Oberfläche, welcher unter steileren Winkeln bestrahlt wird, wegen seiner Kleinheit wohl unberücksichtigt lassen darf.

Zu 2. Für das Prinzip der massenhaften Lufterneuerung konnte nur die Aspiration in Frage kommen, da allein bei dieser eine vorgängige Berührung der zu untersuchenden Luft mit thermisch verschiedenartigen Körpern vermieden werden kann.

Zahlreiche Versuche ergaben als die bequemste und vollkommen ausreichende Form des Aspirators den Zentrifugalaspirator oder Exhaustor, welcher die zwischen zwei schnell rotirenden Scheiben befindliche Luft an deren Peripherie ausschleudert und aus einer zentralen, die Drehungsaxe umgebenden Oeffnung der Scheiben die entsprechende Luftmenge aspirirt.

In der Figur ist in *t* ein Laufwerk eingeschlossen, welches den mit einander durch vier Rippen verbundenen gekrümmten Aspiratorscheiben *r* und *r'* eine mittlere Umdrehungsgeschwindigkeit von 20 in der Sekunde ertheilt. Der Durchmesser der Scheiben beträgt 8,4 *cm*, ihre Entfernung von einander an der Peripherie 2,7 *mm*. Bei einem vollen Ablaufe des Laufwerkes, welcher etwa 12 Minuten währt, macht die Aspiratorscheibe gegen 14 000 Umdrehungen. Die untere Scheibe ist bei *q* ringförmig glatt abgeschnitten; der hierdurch entstandene scharfe, durchaus ebene Rand befindet sich in unmittelbarer Nähe des festen Mittelrohres *g*, so dass zwischen diesem und der unteren Scheibe nur ein ganz schmaler ringförmiger Spalt offen bleibt.

Die Drehungsaxe der Exhaustorscheiben bildet die Welle *p*; dieselbe stellt in ihrem oberen Theile einen Neuner-Trieb dar, in welchen das Laufwerk eingreift; ihr unterer Zapfen steht in einem vertieften Lager, welches im oberen Theile des Mittelrohres durch drei starke, aber schmale Stützen getragen wird. Mittels eines Gewindes lässt sich das Lager sowohl in seiner Höhenstellung ändern, als auch gänzlich aus den Stützen entfernen.

Das grade Mittelrohr *g* stellt die Verbindung der Aspirationsvorrichtung mit den Hüllrohren der Thermometer her. Es spaltet sich an seinem unteren Ende in zwei ebensoweite gebogene Schenkel, welche je einen eingeschraubten starken Elfenbeinring *d* tragen. Die obere Decke dieser beiden Röhrenschenkel ist durchbohrt und lässt durch die Oeffnungen die unteren Theile der beiden Thermometer ein. An den Elfenbeinringen sind in der Mitte die 5 *cm* langen, 1 *cm* im Durchmesser haltenden inneren Hüllrohre mittels vier feiner, nur 0,6 *mm* starker Schrauben *l* befestigt; in den unteren freien Rand der Ringe sind die 4,5 *cm* langen, 17,5 *mm* im Durchmesser haltenden äusseren Hüllrohre eingeschraubt. Die untere Oeffnung derselben ist in sanfter Biegung trichterförmig erweitert und besitzt in Folge dessen einen Durchmesser von 2,5 *cm*; die äussere Röhre überragt die innere um 2 *mm*. Die Wandstärke der Hüllrohre ist 0,5 *mm*.

Die zylindrischen Thermometergefässe *a* haben einen Durchmesser von 4 bis 4,5 *mm*, eine Länge von 10 bis 12 *mm*, die Thermometer sind in $^1/_5$° getheilt. Ihre obere Befestigung finden dieselben in zwei kräftigen Stützen *l*, welche am oberen Ende des Mittelrohres festsitzen. Zur Sicherung der Thermometer, welche sich beiderseits neben dem Mittelrohre befinden, dienen die Messingstangen *n*, welche an dem Gussstück *f* mit je zwei Schrauben befestigt und, durch die oberen Seitenstützen hindurchragend, mittels Schraubenmuttern angezogen sind, wodurch sowohl eine feste Verbindung des ganzen Apparates erreicht, als auch das Herausfallen der Thermometer bei zufälligen Umkehrungen des Apparates verhindert wird.

Betrachten wir nun die durch die kontinuirliche Luftströmung modifizirten thermischen Vorgänge in dem Apparate.

Zunächst ist nicht zu bezweifeln, dass die unter dem Einflusse der Strahlung erfolgende Erwärmung des äusseren Zylinders eine erheblich geringere werden muss, da von dessen innerer Wandung fortgesetzt Wärme an die in kräftigem

Strome vorbeipassirende Luft abgegeben wird, zumal die fortwährende Erneuerung der Luft eine Verringerung der thermischen Differenz zwischen beiden ausschliesst. In Folge der guten Wärmeleitung des Metalls wird auf diese Weise auch der ganzen Masse des Hüllrohres Wärme entzogen.

Zunächst wird hierdurch der Betrag der dunkeln Wärmestrahlung von dessen innerer Oberfläche auf die äussere des Innenrohres erheblich verkleinert werden. Das Innenrohr selbst aber erleidet an seinen beiden Oberflächen, aussen und innen, Wärmeverluste durch den kräftigen Luftstrom, so dass der von dessen innerer Oberfläche ausgehende, das Thermometer treffende Strahlungsbetrag ein so kleiner wird, dass er für praktische Zwecke vernachlässigt werden kann. Dem Thermometergefässe selbst wird aber wiederum fortgesetzt durch den Luftstrom Wärme entzogen, so dass der Strahlungseinfluss in seinen Angaben nicht mehr zu erkennen ist. So erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass, obwohl theoretisch die Strahlungserwärmung vollkommen niemals zu beseitigen ist, man doch deren Einfluss durch konsequente Wärmeentziehung praktisch unwirksam machen kann.

Von nicht geringerer Wichtigkeit ist die Kenntniss der durch den Luftstrom bewirkten Modifikation in der Wärmezuführung.

Da, wie wir oben sahen, die im äusseren Hohlzylinder bewegte Luft mit dem Thermometer nicht in Berührung kommt, haben wir nur die im inneren Rohre strömende zu betrachten.

Hierzu ist die Kenntniss derjenigen Zeit wichtig, während welcher ein Lufttheilchen mit demjenigen Theile der inneren Rohroberfläche, welcher unterhalb des Thermometergefässes liegt, in Berührung bleibt, und im Stande ist, Wärme aufzunehmen.

Die fragliche Strecke reicht also vom unteren Rande des Innenrohres bis zum oberen des Thermometergefässes und hat rund eine Länge von 3 *cm*. Nehmen wir unter Berücksichtigung der, wie ermittelt wurde, im unteren Theile 2,24, neben dem Gefässe 2,40 *m* in der Sekunde betragenden Strömungsgeschwindigkeit und der verschiedenen Länge beider Strecken im Mittel 2,30 *m* in der Sekunde an, so drückt uns der Bruch $^{230}/_{3} = 77$ denjenigen Bruchtheil einer Sekunde, $^{1}/_{77}$, aus, während welches jede horizontale Luftschicht in Berührung mit dem ganzen 3 *cm* langen Flächenstücke des inneren Rohres ist. Und zwar gilt dies in aller Strenge nur von derjenigen Luftschicht, welche der Rohroberfläche unmittelbar anliegt, während die zentral gelegenen nur durch Leitung Wärme aufnehmen können.

Es dürfte hiernach einleuchten, dass der Erwärmungsbetrag der das Thermometer umspülenden Luft selbst im ungünstigsten Falle nur ein minimaler werden kann. Thermoelektrische Untersuchungen haben ferner den unmittelbaren Beweis geliefert, dass die Temperatur des Innenrohres in der That unter gewöhnlichen Verhältnissen als derjenigen der Luft gleich angesehen werden kann.

Von prinzipiellem Werthe ist aber noch die Kenntniss desjenigen Temperaturüberschusses über die Lufttemperatur, welchen die äussere Umhüllung unter dem Einflusse stärkster Sonnenbestrahlung annimmt.

Hierauf bezügliche, unter stärkster Strahlungsintensität in der Höhe von 2500 *m* auf dem Säntisgipfel angestellte Untersuchungen mittels Fettsäuren von bekannten Schmelz- und Erstarrungspunkten ergaben, dass bei im Gange befindlicher Aspiration ein Temperaturüberschuss von 3° in keinem Falle erreicht wurde.

Hiernach erscheint der Schluss zulässig, dass die Temperatur des inneren

Hüllrohres derjenigen der freien Atmosphäre sehr nahe liegen werde, so dass eine Wärmeabgabe desselben an die vorbeiströmende Luft kaum noch erfolgen kann.

Ertheilt man dem äusseren Hüllrohre mittels wärmeren Wassers, oder in einer anderen Weise eine erheblich über der Lufttemperatur liegende Eigentemperatur, so kann man, wie zahlreiche Experimente zweifellos dargethan haben, bis zu einem Wärmeüberschusse von 35° über der Lufttemperatur gehen, ehe man bei stattfindender normaler Aspiration das eingeschlossene Thermometer um 0,1° seinen Stand gegen ein daneben befindliches analoges, aber nicht künstlich erwärmtes Instrument erhöhen sieht.

Wenn man selbst kleine Wirkungsunterschiede, welche aus der Verschiedenheit der Wellen einer leuchtenden und einer nicht leuchtenden Wärmequelle hervorgehen sollen, zugiebt, so kann man trotzdem wohl mit aller Bestimmtheit den für die Zuverlässigkeit des Apparates beweisenden Schluss ziehen,

> dass ein Temperaturüberschuss der Aussenhülle über die Lufttemperatur von weniger als 3° vollkommen wirkungslos bleiben muss, wenn ein eben solcher von 30° noch ohne Einfluss bleibt und dass das Aspirationsthermometer demnach als für das praktische Bedürfniss unabhängig von der Sonnenstrahlung zu bezeichnen ist.

Zur Erhärtung dieser Thatsache lässt sich leicht experimentell nachweisen, dass zwei gleiche, dicht bei einander befindliche Apparate, deren einer im vollen Sonnenscheine hängt, während der andere von einem kleinen und ausreichend weit entfernten Körper, z. B. einem handbreiten Pappschirme, dauernd beschattet wird, identische Angaben liefern, sobald man simultane Ablesungen beider ausführt. Bei der grossen Empfindlichkeit der Thermometer muss man hierbei sorgfältig vermeiden, denselben eine abnorme Wärmequelle von unten her, wo die Luft in die Rohre eintritt, nahe zu bringen; gegen seitlich einwirkende Wärme ist der Apparat selbstverständlich völlig unempfindlich.

Von Wichtigkeit ist ferner noch die Frage, innerhalb welcher Grenzen die Strömungsgeschwindigkeit der Luft schwanken darf, ohne dass die Angaben des Instrumentes unzuverlässig werden. Zahlreiche Experimente haben als Thatsachen festgestellt, dass sich

1. bei einer Verminderung auf 1,6 *m* in der Sekunde in starker Sonnenstrahlung eine Differenz von etwa 0,05° gegenüber normal aspirirten Apparaten zeigte und dass
2. eine Vermehrung der Geschwindigkeit bis über 5 *m* in der Sekunde einen erkennenswerthen Einfluss nicht ausübte.

Aus der letzteren Thatsache geht unzweifelhaft hervor, dass ein Luftstrom von über 2 *m* in der Sekunde Geschwindigkeit vollständig ausreichend ist, um dem Apparate nahezu ebensoviel Wärme zu entziehen, als ihm durch Strahlung in derselben Zeit zugeführt wird. Andererseits erhellt die Nothwendigkeit, eine Verringerung der Stromgeschwindigkeit unter die Grenze von 1,7 *m* in der Sekunde sicher auszuschliessen.

Ueber die Wirkungsweise des beschriebenen Apparates wurden zahlreiche Experimente angestellt, welche an einer anderen Stelle einer eingehenden Darstellung unterzogen werden sollen, während hier nur die für die Kenntniss der Theorie und der Leistungen des Apparates wichtigsten Angaben Platz finden sollen.

Die Fundamentalfrage ist ohne Zweifel die auf die Kenntniss des Betrages und der Wirkungsweise der Lufterneuerung gerichtete.

Mittels eines einfachen durch von Sigsfeld angegebenen Verfahrens kann die durch den Apparat thatsächlich in Bewegung gesetzte Luftmenge unmittelbar gemessen werden, indem man denselben in einen grösseren Glaszylinder luftdicht einsetzt und mittels einer Seifenhaut das freie Ende des Zylinders absperrt. Sind des letzteren Wandungen überall mit Seifenwasser benetzt, so folgt die Seifenhaut der durch den Aspirator bewirkten Luftentleerung des Zylinders.

Hat man so die Menge der in der Zeiteinheit bewegten Luftmasse ermittelt, so bedarf es nur der Kenntniss der in Frage kommenden Querschnitte des Apparates, um die an jeder Stelle stattfindende Strömungsgeschwindigkeit zu kennen.

Für unsern Zweck kommt vornehmlich der Querschnitt des Luftraumes in der Höhe der Thermometergefässe in Frage. Unter Zugrundelegung der oben angegebenen Maasse beträgt derselbe an dieser Stelle 208 *qmm*, bei dem für zwei Thermometer eingerichteten Apparate also zusammen 416 *qmm*. Bewegt der Aspirator, wie die Prüfung mit der Seifenhaut lehrt, durchschnittlich in einer Sekunde 1 Liter Luft durch den Apparat, so wird die Strömungsgeschwindigkeit in dem genannten Querschnitte durch den Quotienten $^{1000000}/_{416} = 2{,}4\ m$ in der Sekunde ohne weiteres gegeben.

Mit dieser Geschwindigkeit von 2,4 *m* erfolgt also die Luftbewegung an den Thermometergefässen und den drei Oberflächen der Umhüllungsrohre vorbei, da bei der sorgfältig vermiedenen Anbringung von „Luftschleusen“ und der mit der Bahn der strömenden Lufttheile überall möglichst zusammenfallenden Richtung der begrenzenden Flächen kein Grund für eine ungleiche Vertheilung der Luftmenge vorliegt. Allein im oberen Theile des inneren Hüllrohres findet eine Verengerung des Stromweges durch das axial stehende Thermometergefäss statt, da unterhalb desselben der Querschnitt um etwa 16 *qmm*, den Querschnitt des Gefässes, bei beiden also um 32 *qmm* grösser ist. Hierdurch stellt sich die Stromgeschwindigkeit im unteren Theile des Innenrohres auf 2,24 *m* in der Sekunde, ist also nur um $0{,}16\ m = 6^2/_3\ \%$ kleiner als an den Gefässen. Durch die mit einer abgerundeten Spitze beginnende, allmälig sich erweiternde Gestalt des unteren Thermometerendes aber wird die Ablenkung der Lufttheilchen von ihrer gradlinigen Bahn eine solche, dass jeder Stoss und damit die Entstehung von Luftwirbeln vermieden wird. Die Wichtigkeit derartiger Anschmiegungen an die vorhandene Strömungsrichtung ist genügend bekannt. Aus demselben Grunde ist auch dem äusseren Hüllrohre eine trompetenförmige Erweiterung gegeben worden, um das Entstehen von hemmenden Wirbeln bei dem Eintritte der Luft zu vermeiden.

Wir bezeichneten in der Einleitung als ferneren Zweck des Apparates die Ermittlung des Wasserdampfgehaltes der Luft, zu welchem Zwecke derselbe zwei zu einem Psychrometer vereinigte Thermometer enthält, von welchen das eine mit einer befeuchteten Musselinumhüllung versehen wird.

Aus den Untersuchungen Sworykin's und Grossmann's ist der Einfluss bekannt, welchen die Geschwindigkeit der Luftbewegung auf die Angaben des „feuchten“ Thermometers und somit auch auf die des ganzen Psychrometers ausübt. Den gewöhnlichen Psychrometertafeln ist eine Geschwindigkeit von 0,8 *m* in der Sekunde zu Grunde gelegt, während ohne Zweifel die thatsächlichen Geschwindigkeiten ausserordentlich häufig hiervon abweichen. Die üblichen Aufstellungen der Psychrometer in Hütten oder Gehäusen verringern sicherlich die Geschwindigkeit der Luftbewegung in den meisten Fällen erheblich, was vornehmlich deshalb von erheblichem Einflusse auf die Korrektheit der Resultate ist, weil die Abweichungen

der Psychrometerwerthe bei Geschwindigkeiten unter 0,8 *m* in der Sekunde ausserordentlich schnell wachsen. Das Fehlen einer konstanten Ventilation verleiht deshalb in erster Linie der Psychrometrie die ihr zur Zeit noch anhaftende Unsicherheit und mangelnde Vergleichbarkeit der Beobachtungen.

Unser Apparat erscheint daher vermöge seiner konstanten Luftstromgeschwindigkeit ganz besonders geeignet, um diesem Grundfehler der Psychrometrie erfolgreich entgegenzutreten.

Anderseits leuchtet ein, dass man wegen der erheblich stärkeren Ventilation von 2,1 bis 2,4 *m* in der Sekunde Geschwindigkeit die für den Werth von 0,8 *m* in der Sekunde berechneten Psychrometertafeln nicht in Verwendung nehmen darf.

Aus vergleichenden Beobachtungen hat Dr. Sprung eine sehr einfache Formel abgeleitet, nach welcher man die dem Aspirationspsychrometer entsprechenden Werthe der Dampfspannung und relativen Feuchtigkeit unmittelbar aus einer Tabelle des Druckes gesättigten Wasserdampfes ermitteln kann. Hiernach ist, wenn man mit f die gesuchte Dampfspannung, mit f' die der Temperatur des feuchten Thermometers t' entsprechende Dampfspannung, mit b den Barometerstand bezeichnet:

$$f = f' - {}^1/_2\,(t - t')\,\frac{b}{755}.$$

Für Barometerstände, welche sich nicht erheblich von 755 *mm* entfernen, hat man also von derjenigen Dampfspannung, welche dem Stande des feuchten Thermometers entspricht, die halbe psychrometrische Differenz in Abzug zu bringen, um die wahre Dampfspannung zu erhalten. Bei abweichendem Luftdrucke hat man noch eine Korrektion anzubringen, welche leicht den in jeder Psychrometertafel vorhandenen entsprechenden Tabellen zu entnehmen ist.

Obwohl die Untersuchungen über diese Frage noch nicht ganz abgeschlossen sind, so kann man doch schon jetzt sicher sein, mittels des Aspirationspsychrometers nach dieser Methode erheblich zuverlässigere Werthe zu erhalten als mit dem gewöhnlichen unventilirten Psychrometer.

Die im Obigen kurz dargelegten Konstruktionsprinzipien des Aspirationspsychrometers zeigen, dass von der Erfüllung gewisser Fundamentalbedingungen das sichere Funktioniren des Apparates ganz wesentlich abhängt. Es erscheint deshalb unerlässlich, jeden einzelnen Apparat einer strengen methodischen Prüfung zu unterwerfen, ehe er in die Hände der Beobachter gegeben wird. Eine solche wird vom Verfasser dieses Berichtes mit aller Sorgfalt ausgeführt, die Resultate derselben werden in einem besonderen Zertifikate verzeichnet, welches jedem Apparate beigegeben wird.

Aus demselben Grunde kann derselbe auch keinerlei Verantwortung für die Leistungen solcher Apparate übernehmen, welche aus einer anderen Werkstatt, als der von R. Fuess in Berlin hervorgegangen sind.

Diese Prüfung bezieht sich auf die Ermittlung der Maasse der Thermometergefässe und Luftraumquerschnitte des Apparates an den kritischen Stellen, exakte Messung der Luftstromgeschwindigkeiten an denselben und Angabe der „nutzbaren Ablaufszeit“ des Apparates, bei welcher ein Sinken der Ventilationsgrösse unter den Werth von 1,7 *m* in der Sekunde Geschwindigkeit nicht eintritt.

Um irrthümliche Anwendungen des Aspirationspsychrometers zu vermeiden, sei hier zum Schluss noch eine zusammenfassende Gebrauchanweisung gegeben, bei deren sorgfältiger Berücksichtigung man mit Sicherheit unter allen Umständen im

Stande ist, selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen die wahre Temperatur und Feuchtigkeit der Luft zu bestimmen.

Gebrauchsanweisung für das Assmann'sche Aspirationspsychrometer, konstruirt von R. Fuess.

1. Das Aspirationspsychrometer ist allerorts ohne jede weitere Vorrichtung und Beschirmung anwendbar; es misst die Temperatur und Feuchtigkeit derjenigen Luft, welche sich in der nächsten Umgebung der unteren Hüllrohröffnungen befindet. Aus diesem Grunde ist es sorgfältig zu vermeiden, abnorm temperirte Körper in die Nähe dieser unteren Oeffnungen zu bringen; bei der grossen Empfindlichkeit des Apparates sind schon geringfügige Temperaturabweichungen, wie dieselben z. B. durch Körpertheile des Beobachters, oder durch eine besonnte Tischplatte erzeugt werden, genügend, um die Angaben der Thermometer zu fälschen. Andererseits ist jede thermische Einwirkung von der Seite her vollständig ausgeschlossen.

2. Die Aufhängung des Apparates geschieht im Freien, wenn es sich um Ermittlung der „klimatischen" Temperatur und Feuchtigkeit der Luft handelt, und zwar in der Weise, dass man denselben an einer von der Sonne beschienenen Stelle, fern von Gebäuden und schattengebenden grösseren Gegenständen mittels des beigegebenen Schraubdornes *h* an einem dünnen Pfahle oder Baume in Augenhöhe derartig befestigt, dass ein thermischer Einfluss vom letzteren aus nicht erfolgen kann. Bei schwachem Winde und starker Sonnenstrahlung wird man daher gut thun, den Apparat an der dem Winde zugekehrten (Luv-) Seite des Pfahles oder Baumes anzubringen. Auf Reisen kann man zweckmässiger Weise einen kräftigen Alpenstock hierzu verwenden, welcher fest in den Boden gestossen wird. Wo die Anwendung eines solchen ausgeschlossen ist, kann man auch den Apparat mit der möglichst weit vom Körper abgestreckten Hand, aber stets dem Winde entgegen, halten. Es empfiehlt sich, hierbei dem Apparate eine kleine Neigung zu geben, so dass die unteren Oeffnungen gegen den Wind gekehrt sind.

Handelt es sich um die Ermittlung anderer Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse, z. B. in der untersten, dem Boden nahen Luftschicht, oder in einer Höhle, oder in der Nähe einer besonnten Hauswand u. s. w., so muss sich die Anbringung des Apparates nach den gegebenen Bedingungen richten.

3. Mittels der beigegebenen Befeuchtungsvorrichtung *i* führt man von unten her dem mit Musselin in einfacher, überall glatt anliegender Lage umwickelten Thermometer Wasser zu.

Zu diesem Zwecke öffnet man mit der rechten Hand den Quetschhahn des mit reinem Regen- oder destillirtem Wasser gefüllten Befeuchtungsgefässes, drückt, bei aufrechter Stellung desselben, mit der linken Hand den Gummiball leicht zusammen, bis das Wasser in der Glasröhre zu einer etwas unterhalb der Oeffnung der letzteren angebrachten Strichmarke angestiegen ist, und lässt dann den Quetschhahn sich wieder schliessen, wodurch die Wassersäule in der Röhre abgesperrt wird. Nun führt man das Glasrohr von unten her in das innere Hüllrohr, welches das „feuchte" Thermometer umgiebt, so weit als möglich ein, bis man sicher ist, dass sich die Musselinhülle in dem bei dieser Stellung sie umgebenden Wasser vollgesogen hat, öffnet dann, ohne das Rohr herauszuziehen, den Quetschhahn wieder, wodurch das überflüssige Befeuchtungswasser vom Musselin entfernt wird, und entfernt das Glasrohr aus der Hüllröhre.

Wegen der durch die Aspiration bewirkten starken Verdunstung ist bei trockener Luft eine neue Befeuchtung nach 15 bis 20 Minuten vorzunehmen. Ablesungen des feuchten Thermometers dürfen im Sommer frühestens nach 2, im Winter nach 5 Minuten vorgenommen werden.

4. Der Uhrschlüssel des Laufwerkes ist so lange „rechts herum" zu drehen, bis die Feder vollständig aufgezogen ist. Man lasse denselben auf seinem Platze sitzen, da so durch einen überfassenden Rand das Eindringen von Staub und Regen in das Laufwerk verhindert wird.

Hat der Apparat schon vorher eine der Lufttemperatur naheliegende Eigentemperatur gehabt, wenn er z. B. an einem beschatteten Ort ein der Nähe aufbewahrt wurde, so kann man 2 Minuten nach dem ersten Aufziehen des Laufwerkes die ersten Ablesungen vornehmen. Hat der Apparat dagegen unventilirt in starker Sonnenstrahlung gehangen, oder hat er in einem anders temperirten Raume eine erheblich abweichende Temperatur angenommen, so muss zunächst durch einige Probeablesungen ermittelt werden, ob eine weitere Aenderung der Thermometerstände nicht mehr stattfindet.

Hält man das Laufwerk zum Zwecke fortgesetzter Ablesungen dauernd im Gange, so fällt natürlich die Zeit des „Abwartens" bei dem trocknen Thermometer gänzlich fort; für das „feuchte" siehe die Vorschrift unter No. 2. In diesem Falle ist das Laufwerk vor Beendigung derjenigen Zeit wieder vollständig aufzuziehen, welche in dem beigegebenen Zertifikate als „nutzbare Zeit des Ablaufes" angegeben ist. Bemerkt man eine nennenswerthe Verringerung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Aspiratorscheiben, welche sich auch durch ein merkbares Tieferwerden des durch die Scheiben erzeugten singenden Tones verräth, so ist das Laufwerk unter allen Umständen wieder neu aufzuziehen, ehe man Ablesungen vornimmt.

5. Bei stärkerem Winde (etwa von der Stärke 3 bis 4 der Beaufort-Skale an) umgebe man den Exhaustorspalt mit der beigegebenen „Windschutz-Vorrichtung" *k*, welche man derartig aufschiebt, dass das weitere, offene Ende derselben in der Richtung der austretenden Luft zu liegen kommt. Findet die Scheibendrehung für den vor dem Apparate stehenden Beobachter in dem Sinne von rechts nach links statt, so muss die grosse Oeffnung des Windschutzringes links zu liegen kommen. Die eine Wandung der Windschutzrinne ist etwas breiter als die andere; dieselbe soll unten zu liegen kommen und etwas über den Rand des „Apparatkopfes" überfassen.

6. Es ist von Wichtigkeit, dass die Hochglanzpolitur des Apparates möglichst in allen Theilen, besonders aber an den Hüllrohren der Thermometergefässe erhalten bleibe. Durch Abreiben mit einem weichen Lederlappen, im Nothfall unter Zuhilfenahme einer sogenannten „Putzpomade", ist dies leicht zu bewerkstelligen. Niemals putze man indess mit scharfen Substanzen, welche die Vernickelung angreifen.

7. Da Elfenbein in feuchter Luft stets etwas aufquillt, drehe man die beiden Ringe, welche die Hüllrohre tragen, nicht fest an; zur gelegentlichen Reinigung der inneren Oberflächen sind die Hüllrohre abzuschrauben.

8. Um die Thermometer zu entfernen, z. B. zum Zwecke der Neuumwicklung des „feuchten" Instrumentes, schraubt man zunächst den „Kopf" des Apparates, darauf die beiden seitlichen Deckmuttern an dem oberen Querbalken ab; hierauf lassen sich die Thermometer leicht nach oben hinausziehen.

9. Das Laufwerk hält sich lange Zeit hindurch in gutem Gange, da es

gegen Staub geschützt ist. Vor dem Rosten muss man dasselbe indess gut zu bewahren suchen, indem man bei Regenwetter den Uhrschlüssel, welcher die obere Oeffnung deckt, stecken lässt und indem man in längeren Zwischenpausen die Radzapfen gut einölt. Um dies auszuführen, schraubt man die am Rande des „Kopfes“ sitzenden sechs kleinen Halteschrauben heraus — wohlgemerkt nur dann, wenn das Laufwerk gänzlich abgelaufen ist — hebt dann die Kappe und ebenso das Laufwerk ab, welches leicht auseinander zu nehmen ist. Die Lager der Aspiratorscheiben reinigt man mittels eines zugespitzten Zündhölzchens.

10. Die Injektorvorrichtung *m* ist dazu bestimmt, um in Fällen von etwa eintretender Beschädigung des Laufwerkes als Aushülfe zu dienen. Das gebogene Ansatzrohr für den Gummischlauch wird fest in das Rohrstück zwischen den beiden Hüllröhren gesteckt, die Gummibirne des Gebläses mit der Hand in einem solchen Tempo zusammengedrückt, dass das umstrickte Reservoir gespannt bleibt; auf diese Weise wird durch Mitreissen der im Mittelrohre befindlichen Luft ein konstanter Luftstrom im Apparate erzielt, welcher annähernd die gleiche Geschwindigkeit hat, wie der durch den Federkraft-Aspirator erzeugte. Wünscht man aus irgend einem Grunde eine Verstärkung der Aspiration, so erreicht man dies durch gleichzeitige Anwendung des Laufwerkes und des Injektors; die Geschwindigkeit des Luftstromes erreicht dann 3,0 *m* in der Sekunde.

11. Das Aspirationspsychrometer ist nicht zum dauernden Aufenthalt im Freien bestimmt, da Politur und Laufwerkvorrichtung unter den atmosphärischen Einflüssen leiden würden. Man bewahrt den Apparat, wenn thunlich, in einem ungeheizten Raume auf, um während des Winters den häufigen Thaubeschlag zu vermeiden, welcher beim Transport aus kälterer Luft in ein warmes Zimmer stets entsteht.

12. Bei Temperaturen unter 0° tritt, wie bei jedem Psychrometer, zuweilen Ueberkaltung des Wassers im Musselin des feuchten Thermometers an Stelle der Eisbildung ein; man erkennt dies daran, dass das Quecksilber beim Sinken am Gefrierpunkte nicht Halt macht, sondern schnell unter denselben sinkt. Nach kürzerer oder längerer Zeit erfolgt dann die Eisbildung plötzlich, was sich durch ein Emporschnellen des Quecksilbers auf den Gefrierpunkt kenntlich macht. Hiernach muss man, da das Wiedersinken langsam vor sich geht, sorgfältig den Eintritt des tiefsten Standes abwarten, was durch einige Probeablesungen zu kontroliren ist. Bleibt das Wasser länger als 5 Minuten nach der Befeuchtung überkaltet, dann kann man, falls der Stand des Quecksilbers konstant geworden ist, denselben als den richtigen annehmen.

13. Für grössere Reisen, zumal in den Tropen, ist eine Anzahl von Reservetheilen nothwendig, welche auch in einer besonderen „Tropenausrüstung“ geliefert werden. Alle Theile des Laufwerkes, besonders auch die Uhrfeder selbst, sind sorgfältig geölt zu erhalten. Zwei in Blechkapseln eingelöthete Reserve-Federtrommeln und zwei Befeuchtungsvorrichtungen werden beigegeben. Die Kautschukkörper bewahrt man am besten in Blechkapseln auf, welche Ammoniakdämpfe enthalten. Um das Eindringen von Insekten und Staub zu vermeiden, verschliesse man das Instrument nach dem Gebrauche stets sorgfältig in seinem Futterale.

14. Man vermeide, Kautschuk mit polirten Metallkörpern zusammen aufzubewahren, da die Politur der letzteren leicht hierunter leidet. Der Windschutzring soll in dem Reisefutterale in dem Seitentäschchen des Hauptraumes, die

Befeuchtungsvorrichtung und das Injektorgebläse in der unteren aufschlagbaren Kapsel ihren Platz finden.

Die bisher in allen Klimaten in Gebrauch genommenen Apparate haben sich vorzüglich bewährt und gut erhalten; trotzdem legt der Verfasser dieser Anleitung grossen Werth darauf, von den Erfahrungen, welche jeder Besitzer eines Aspirationspsychrometers mit demselben macht, Kenntniss zu erhalten.

Es wird demnach dringend gebeten, von Zeit zu Zeit Berichte hierüber an dessen Adresse, Berlin W, Schinkelplatz 6, gelangen zu lassen.

Bemerkungen über die elektromotorische Kraft des Clark-Elements.

Von

Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die Kompensationsmethode zur Messung von Stromstärken und Spannungen setzt genau bekannte Widerstände und ein hinreichend konstantes und leicht herstellbares Normal für die elektromotorische Kraft voraus. Wenn diese beiden Voraussetzungen erfüllt sind, ist die Methode den sonst gebräuchlichen Messanordnungen, bei welchen der Ausschlag eines Galvanometers beobachtet wird, durch ihre Empfindlichkeit, die wie bei allen Nullmethoden nur von der Leistungsfähigkeit der verwandten Instrumente abhängt, bei Weitem überlegen. Die Genauigkeit der mit ihr zu erzielenden Resultate ist durch die Genauigkeit der Bestimmung einer elektromotorischen Kraft in legalen Volt bedingt, sofern man sich auf die Konstanz dieser Grösse verlassen kann.

Die Methode hat den grossen Vortheil, dass in ihre Ergebnisse der jeweilige Werth magnetischer Konstanten nicht eingeht und somit die Nothwendigkeit häufiger Aichungen der Normalinstrumente nicht vorliegt. Zur Prüfung technischer Strom- und Spannungsmesser, wie überhaupt zu allen genauen Messungen von Stromstärken und Spannungen, hat sie sich in der Reichsanstalt gut bewährt.

In *dieser Zeitschrift 1890 S. 6, 113* und *425* ist die Konstruktion der Widerstandssätze und Einzelwiderstände, welche bei diesen Messungen zur Verwendung gelangen, ausführlich beschrieben. Die Abgleichung derselben kann mit einer Genauigkeit ausgeführt werden, welche die Anforderungen der Technik bedeutend übersteigt; nicht ausgenommen hiervon sind Widerstände von sehr kleinem Betrag (bis zu 0,0001 *Ohm* abwärts), wie sie bei der Messung hoher Stromstärken als Abzweigwiderstände benutzt werden.

Als Normal für die elektromotorische Kraft ist eine grosse Anzahl besonders zu diesem Zweck konstruirter galvanischer Elemente empfohlen worden. Von einigen derselben, z. B. dem Kalomelelement, haben wiederholte Beobachtungen gezeigt, dass es sich durch grosse Konstanz auszeichnet. Für die Reichsanstalt war es indessen zunächst geboten, diejenigen Normalelemente in Betracht zu ziehen, deren Eigenschaften durch ausführliche Messungsreihen schon genügend ermittelt waren und die bereits praktische Verwendung in ausgedehnterem Maasse gefunden haben. Zu diesen Elementen ist in erster Linie das Quecksilbersulfat-Element von Clark zu rechnen, welches auf Grund der Vorarbeiten von der Reichsanstalt vorläufig allein zur Beglaubigung zugelassen wurde.

Von einem für die Technik bestimmten Normalelement muss, abgesehen von den schon erwähnten Bedingungen, verlangt werden, dass es durch den Transport nicht leidet. Wiewohl nun die Einrichtung der nach Angabe der Reichsanstalt bis jetzt hergestellten Clark-Elemente im Hinblick auf diese Forderung gegenüber der sonst üblichen Form nicht unbeträchtliche Aenderungen aufweist, ist trotzdem die elektromotorische Kraft derselben, wie zahlreiche Messungen mit dem Silbervoltameter ergeben haben, in guter Uebereinstimmung mit den zuverlässigsten der bisher über diesen Gegenstand angestellten Beobachtungen. Die eingehenden Untersuchungen über dieses Element, welche sich namentlich auch auf die Konstanz der elektromotorischen Kraft während längerer Zeiträume beziehen, sind indessen noch nicht völlig abgeschlossen; über ihre Ergebnisse wird später ausführlich berichtet werden.

Der Zweck der vorliegenden Mittheilung ist es, zu zeigen, dass die in der Litteratur für die elektromotorische Kraft des Clark-Elements mitgetheilten Werthe, die scheinbar nicht unbeträchtlich von einander abweichen, recht gut übereinstimmen, wenn man sie auf dieselbe Einheit bezieht.

Das Quecksilbersulfat-Element wurde im Jahre 1874 von Latimer Clark[1]) vorgeschlagen. Es besteht bekanntlich aus reinem Zink, konzentrirter Zinksulfatlösung und reinem Quecksilber, welches mit einer Paste aus schwefelsaurem Quecksilberoxydul und konzentrirter Zinksulfatlösung bedeckt ist. Die ursprünglichen Vorschriften von Clark für die Herstellung der Elemente sind noch in den meisten Lehrbüchern zu finden. Lord Rayleigh[2]) hat indessen später vorgezogen, die Paste bei der Herstellung nicht zu kochen, wie Clark es vorschreibt; durch das Erwärmen der Paste kann sich nämlich leicht Oxydsalz bilden, dessen Vorhandensein die elektromotorische Kraft merklich beeinflusst. Clark bestimmte die letztere nach der Kompensationsmethode und zwar maass er die Stromstärke in absolutem Maasse bei einer Versuchsreihe mit einem Elektrodynamometer, bei einer zweiten mit einer Sinusbussole. Der Strom wurde dabei so regulirt, dass die Spannung an den Klemmen der zur Stromstärkemessung dienenden Apparate gerade durch die elektromotorische Kraft des Normalelements kompensirt wurde. Wenn der Widerstand der beiden Apparate bekannt war, so konnte die elektromotorische Kraft des Elements in absolutem Maasse angegeben werden. Die Versuchsreihe mit dem Elektrodynamometer lieferte als Mittelwerth 1,4573 *Volt* bei 15,5°, während aus den Messungen mit der Sinusbussole der Werth 1,4562 *Volt* bei derselben Temperatur folgte. Bei der Schwierigkeit solcher absoluten Messungen, die zu einer Zeit angestellt wurden, als auf diesem Gebiet noch nicht sehr viele Erfahrungen vorlagen, ist es erklärlich, dass die Zahlen in der ersten Beobachtungsreihe bis zu 0,013 *Volt* von einander abweichen; die Beobachtungen mit der Sinusbussole zeigen dagegen eine bedeutend bessere Uebereinstimmung. Ferner gehen in die Werthe für die elektromotorische Kraft die Widerstände des Dynamometers und der Sinusbussole ein, deren Temperatur nicht genau anzugeben ist. Der von Clark gegebene Mittelwerth für die elektromotorische Kraft seines Elements

1,457 *Volt* bei 15,5 °

ist somit in der letzten Stelle um einige Einheiten unsicher. Die relativen Messungen an einer grossen Anzahl von Elementen zeigten indess schon die gute Uebereinstimmung

[1]) *Phil. Trans.* ***164.*** *S. 1.* (*1874*).

[2]) *Phil. Trans.* ***176.*** *S. 781* (*1885*).

Befeuchtungsvorrichtung und das Injektorgebläse in der unteren aufschlagbaren Kapsel ihren Platz finden.

Die bisher in allen Klimaten in Gebrauch genommenen Apparate haben sich vorzüglich bewährt und gut erhalten; trotzdem legt der Verfasser dieser Anleitung grossen Werth darauf, von den Erfahrungen, welche jeder Besitzer eines Aspirationspsychrometers mit demselben macht, Kenntniss zu erhalten.

Es wird demnach dringend gebeten, von Zeit zu Zeit Berichte hierüber an dessen Adresse, Berlin W, Schinkelplatz 6, gelangen zu lassen.

Bemerkungen über die elektromotorische Kraft des Clark-Elements.

Von

Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die Kompensationsmethode zur Messung von Stromstärken und Spannungen setzt genau bekannte Widerstände und ein hinreichend konstantes und leicht herstellbares Normal für die elektromotorische Kraft voraus. Wenn diese beiden Voraussetzungen erfüllt sind, ist die Methode den sonst gebräuchlichen Messanordnungen, bei welchen der Ausschlag eines Galvanometers beobachtet wird, durch ihre Empfindlichkeit, die wie bei allen Nullmethoden nur von der Leistungsfähigkeit der verwandten Instrumente abhängt, bei Weitem überlegen. Die Genauigkeit der mit ihr zu erzielenden Resultate ist durch die Genauigkeit der Bestimmung einer elektromotorischen Kraft in legalen Volt bedingt, sofern man sich auf die Konstanz dieser Grösse verlassen kann.

Die Methode hat den grossen Vortheil, dass in ihre Ergebnisse der jeweilige Werth magnetischer Konstanten nicht eingeht und somit die Nothwendigkeit häufiger Aichungen der Normalinstrumente nicht vorliegt. Zur Prüfung technischer Strom- und Spannungsmesser, wie überhaupt zu allen genauen Messungen von Stromstärken und Spannungen, hat sie sich in der Reichsanstalt gut bewährt.

In *dieser Zeitschrift 1890 S. 6, 113* und *425* ist die Konstruktion der Widerstandssätze und Einzelwiderstände, welche bei diesen Messungen zur Verwendung gelangen, ausführlich beschrieben. Die Abgleichung derselben kann mit einer Genauigkeit ausgeführt werden, welche die Anforderungen der Technik bedeutend übersteigt; nicht ausgenommen hiervon sind Widerstände von sehr kleinem Betrag (bis zu 0,0001 *Ohm* abwärts), wie sie bei der Messung hoher Stromstärken als Abzweigwiderstände benutzt werden.

Als Normal für die elektromotorische Kraft ist eine grosse Anzahl besonders zu diesem Zweck konstruirter galvanischer Elemente empfohlen worden. Von einigen derselben, z. B. dem Kalomelelement, haben wiederholte Beobachtungen gezeigt, dass es sich durch grosse Konstanz auszeichnet. Für die Reichsanstalt war es indessen zunächst geboten, diejenigen Normalelemente in Betracht zu ziehen, deren Eigenschaften durch ausführliche Messungsreihen schon genügend ermittelt waren und die bereits praktische Verwendung in ausgedehnterem Maasse gefunden haben. Zu diesen Elementen ist in erster Linie das Quecksilbersulfat-Element von Clark zu rechnen, welches auf Grund der Vorarbeiten von der Reichsanstalt vorläufig allein zur Beglaubigung zugelassen wurde.

Von einem für die Technik bestimmten Normalelement muss, abgesehen von den schon erwähnten Bedingungen, verlangt werden, dass es durch den Transport nicht leidet. Wiewohl nun die Einrichtung der nach Angabe der Reichsanstalt bis jetzt hergestellten Clark-Elemente im Hinblick auf diese Forderung gegenüber der sonst üblichen Form nicht unbeträchtliche Aenderungen aufweist, ist trotzdem die elektromotorische Kraft derselben, wie zahlreiche Messungen mit dem Silbervoltameter ergeben haben, in guter Uebereinstimmung mit den zuverlässigsten der bisher über diesen Gegenstand angestellten Beobachtungen. Die eingehenden Untersuchungen über dieses Element, welche sich namentlich auch auf die Konstanz der elektromotorischen Kraft während längerer Zeiträume beziehen, sind indessen noch nicht völlig abgeschlossen; über ihre Ergebnisse wird später ausführlich berichtet werden.

Der Zweck der vorliegenden Mittheilung ist es, zu zeigen, dass die in der Litteratur für die elektromotorische Kraft des Clark-Elements mitgetheilten Werthe, die scheinbar nicht unbeträchtlich von einander abweichen, recht gut übereinstimmen, wenn man sie auf dieselbe Einheit bezieht.

Das Quecksilbersulfat-Element wurde im Jahre 1874 von Latimer Clark[1]) vorgeschlagen. Es besteht bekanntlich aus reinem Zink, konzentrirter Zinksulfatlösung und reinem Quecksilber, welches mit einer Paste aus schwefelsaurem Quecksilberoxydul und konzentrirter Zinksulfatlösung bedeckt ist. Die ursprünglichen Vorschriften von Clark für die Herstellung der Elemente sind noch in den meisten Lehrbüchern zu finden. Lord Rayleigh[2]) hat indessen später vorgezogen, die Paste bei der Herstellung nicht zu kochen, wie Clark es vorschreibt; durch das Erwärmen der Paste kann sich nämlich leicht Oxydsalz bilden, dessen Vorhandensein die elektromotorische Kraft merklich beeinflusst. Clark bestimmte die letztere nach der Kompensationsmethode und zwar maass er die Stromstärke in absolutem Maasse bei einer Versuchsreihe mit einem Elektrodynamometer, bei einer zweiten mit einer Sinusbussole. Der Strom wurde dabei so regulirt, dass die Spannung an den Klemmen der zur Stromstärkemessung dienenden Apparate gerade durch die elektromotorische Kraft des Normalelements kompensirt wurde. Wenn der Widerstand der beiden Apparate bekannt war, so konnte die elektromotorische Kraft des Elements in absolutem Maasse angegeben werden. Die Versuchsreihe mit dem Elektrodynamometer lieferte als Mittelwerth 1,4573 *Volt* bei 15,5°, während aus den Messungen mit der Sinusbussole der Werth 1,4562 *Volt* bei derselben Temperatur folgte. Bei der Schwierigkeit solcher absoluten Messungen, die zu einer Zeit angestellt wurden, als auf diesem Gebiet noch nicht sehr viele Erfahrungen vorlagen, ist es erklärlich, dass die Zahlen in der ersten Beobachtungsreihe bis zu 0,013 *Volt* von einander abweichen; die Beobachtungen mit der Sinusbussole zeigen dagegen eine bedeutend bessere Uebereinstimmung. Ferner gehen in die Werthe für die elektromotorische Kraft die Widerstände des Dynamometers und der Sinusbussole ein, deren Temperatur nicht genau anzugeben ist. Der von Clark gegebene Mittelwerth für die elektromotorische Kraft seines Elements

1,457 *Volt* bei 15,5°

ist somit in der letzten Stelle um einige Einheiten unsicher. Die relativen Messungen an einer grossen Anzahl von Elementen zeigten indess schon die gute Uebereinstimmung

[1]) *Phil. Trans.* **164.** *S. 1. (1874).*
[2]) *Phil. Trans.* **176.** *S. 781 (1885).*

stimmung verschiedener, in derselben Weise hergestellter Elemente, da die nach der Kompensationsmethode ermittelten Abweichungen von je zweien 0,001 *Volt* selten übersteigen. Dem Werth 1,457 *Volt* liegt die Annahme zu Grunde, dass die im Auftrage der *British Association for the advancement of science* in den Jahren 1863 und 1864 reproduzirte Einheit des Widerstandes (*B. A. Einheit*) das theoretische Ohm (10^9 *C. G. S. Einheiten*) darstellt.

Im Jahre 1881 wurde indessen von Lord Rayleigh und Schuster und dann von Lord Rayleigh[1]) allein nachgewiesen, dass die *British Association* (*B. A.*) *Einheit* um etwa 1,3 % kleiner als das theoretische Ohm ist. Die obige Angabe von Clark bezieht sich somit auf *B. A. Volt.*

Die sorgfältigsten Versuche über das Clark-Element rühren von Lord Rayleigh und Mrs. Sidgwick her.[2]) Die absolute elektromotorische Kraft der Elemente wurde nach der Kompensationsmethode mit dem Silbervoltameter ermittelt; dabei wurde der von Rayleigh gefundene Werth für das elektrochemische Aequivalent des Silbers zu Grunde gelegt, der bekanntlich mit dem Werth von F. und W. Kohlrausch bis auf einige Zehntausendstel übereinstimmt. Es wurden im Ganzen an mehr als 100 Elementen Messungen vorgenommen und zur Feststellung einer etwa vorhandenen Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft mit der Zeit $2^1/_2$ Jahre hindurch fortgesetzt. Wegen der Einzelheiten der Versuchsanordnung und der für das Clark-Element sehr günstigen Ergebnisse muss auf die Originalarbeiten verwiesen werden.

Rayleigh giebt als Mittelwerth für die elektromotorische Kraft des Normalelements

1,454 *B. A. Volt* bei 15° C,

also einen um 0,003 *Volt* kleineren Werth als Clark. Da nach den Messungen desselben Beobachters

1 *B. A. Einheit* = 0,9867 *theoretische Ohm*

ist, so folgt für die obige Grösse auch

1,435 *theoretische Volt* bei 15° C.

Beide Werthe theilt Rayleigh als Schlussergebniss seiner umfangreichen Arbeiten mit.

Bei der Umrechnung der in England üblichen Einheiten für Widerstand und Spannung in die durch den Pariser Kongress vom Jahre 1884 festgesetzten ist Folgendes zu beachten.

Das in England nach dem zweiten Pariser Kongress fakultativ zugelassene legale Ohm[3]) wurde mit Hilfe der damals vorliegenden Bestimmungen von Rayleigh und Mascart, Nerville und Benoît über den spezifischen Widerstand des Quecksilbers in *B. A. Einheiten* so definirt, dass man

1 *legales Ohm* = 1,0112 *B. A. Einheiten*

setzte. Zahlreiche spätere Bestimmungen haben indessen ergeben, dass der in *B. A. Einheiten* ausgedrückte Widerstand einer Quecksilbersäule von 106 *cm* Länge und 1 *qmm* Querschnitt bei 0° um 0,0005 kleiner ist, als damals angenommen wurde. Trotzdem ist diese Beziehung bis zu Anfang 1891 in England von dem *Electrical Standards Committee of the British Association* zur Grundlage ihrer Angaben gemacht worden. Streng genommen bestehen also unter dem Namen des legalen

[1]) *Phil. Trans.* **173.** *S. 661. (1882).*
[2]) *Phil. Trans.* **175.** *S. 411. (1884)* und *Phil. Trans.* **176.** *S. 781. (1885).*
[3]) Vgl. Glazebrook, *The Electrician* **27.** *S. 615. (1891.)*

Ohm zwei verschiedene Einheiten, deren eine in bekannter Weise durch den Widerstand einer Quecksilbersäule von 106 *cm* Länge und 1 *qmm* Querschnitt bei 0°, während die andere durch eine gewisse Beziehung zur Einheit der *British Association* definirt ist. Bei der Vergleichung der Resultate von elektrischen Präzisionsmessungen muss die erwähnte Korrektion, die für technische Messungen ohne Belang ist, jedenfalls berücksichtigt werden. Das wahre Verhältniss zwischen dem von dem Pariser Kongress des Jahres 1884 angenommenen legalen Ohm und der *B. A. Einheit* wird mit einer Genauigkeit von etwa 0,0001 durch die Beziehung

$$1 \text{ legales Ohm} = 1{,}0107 \text{ B. A. Einheit}$$

festgelegt.[1])

Nach diesen Bemerkungen ist somit die elektromotorische Kraft des Clark-Elementes nach den Bestimmungen von Lord Rayleigh:

$$\frac{1{,}454}{1{,}0107} = 1{,}4386 \text{ legale Volt bei } 15^\circ.$$

Legt man das Mittel der von Rayleigh und F. und W. Kohlrausch für das elektrochemische Aequivalent des Silbers gefundenen Zahlen zu Grunde [1 *Ampere* ist danach die Stromstärke, welche in der Stunde 4,025 *g* Silber niederschlägt], so findet man endlich unter Vernachlässigung der vierten, unsicheren Dezimale für die elektromotorische Kraft des Clark-Elementes:

$$1{,}438 \text{ legale Volt bei } 15^\circ.$$

Ausser den Werthen von Clark und Rayleigh liegen noch einige andere auf Beobachtungen beruhende Angaben über die elektromotorische Kraft des Quecksilbersulfat-Elements vor. Ich unterlasse es jedoch, dieselben mit Ausnahme der Bestimmung von v. Ettingshausen, hier zu berücksichtigen, da sie aus wenigen Messungen gelegentlich anderer Untersuchungen erhalten wurden und nicht den Anspruch erheben, als Beiträge zur genauen Ermittlung der elektromotorischen Kraft des Normalelements betrachtet zu werden.

v. Ettingshausen[2]) findet 1,433 *theoretische Volt* bei 15,5°. Reduzirt man diese Zahl auf 15° und drückt sie in denselben Maasseinheiten aus wie den obigen Werth von Rayleigh, so erhält man 1,436 *legale Volt*. Wie man sieht, sind beide Resultate in befriedigender Uebereinstimmung mit einander.

Nach den zahlreichen bisher in der Reichsanstalt ausgeführten absoluten Bestimmungen, über welche, wie oben erwähnt, bald ausführlich berichtet werden soll, dürfte der mittlere Werth für die elektromotorische Kraft des Clark-Elementes bei 15° zwischen den von Rayleigh und Ettingshausen gemachten Angaben liegen.

Nach vorstehenden Darlegungen erklären sich die verschiedenen in der Litteratur zu findenden Werthe ohne Mühe.

Die meisten Lehrbücher (Kohlrausch, Wiedemann, Mascart und Joubert, Everett) geben den Rayleigh'schen Werth 1,435 *theoretische*

[1]) Neuerdings vollzieht sich in England die Einführung eines neuen Ohmwerthes (Vgl. *The Electrician 1891. S. 490*), welcher in der Absicht, die praktische Einheit des Widerstandes dem theoretischen Werth möglichst anzupassen, als der Widerstand einer Quecksilbersäule von 106,3 *cm* Länge und 1 *qmm* Querschnitt bei 0° definirt wird. Da sich der Werth für das Volt natürlich ebenfalls um 0,3 % ändert, so wird man in Zukunft das Fehlen einer international giltigen Uebereinkunft über die elektrischen Grundmaasse noch mehr vermissen als bisher.

[2]) *Zeitschr. für Elektrotechnik 2. S. 484. (1884).*

Volt bei 15 Grad, der für den praktischen Gebrauch jedenfalls durch 1,438 *legale Volt* ersetzt werden muss. In Kittler's *Handbuch der Elektrotechnik* findet sich die Zahl 1,442 *Volt* bei 15°, die auch in die früheren Auflagen von Uppenborn's Kalender übernommen worden war; sie ist durch Reduktion des ungenauen Werthes von Latimer Clark (1,457 *B. A. Volt*) unter der Annahme erhalten, dass 1 legales Ohm gleich 1,0106 *B. A. Einheiten* ist (anstatt 1,0107, wie aus den neueren Messungen folgt). Würden die zwischen 1,433 bis 1,442 *Volt* bei 15° liegenden Litteraturangaben auf verschiedenen absoluten Bestimmungen beruhen, so wäre das Clark-Element kaum geeignet als Normal der elektromotorischen Kraft zu dienen. In Wirklichkeit stimmen aber, wie wir gesehen haben, nach den nöthigen Reduktionen die Werthe ganz gut mit einander überein.

Für den Temperaturkoeffizienten des Clark-Elements sind von einzelnen Beobachtern Werthe gefunden worden, welche nur die Hälfte der von Rayleigh und Anderen ermittelten Zahlen (etwa 0,001 *Volt* Abnahme der elektromotorischen Kraft für 1° Temperaturerhöhung) betragen. Zum Theil wenigstens kann dieser Mangel an Uebereinstimmung in der folgenden Weise erklärt werden. In mancher Hinsicht mag es vortheilhaft erscheinen, die Abmessungen der Elemente grösser zu wählen, als dies Lord Rayleigh gethan hat. Sobald aber das Zink in diesen grösseren Elementen vertikal angeordnet ist, befindet es sich bei einer Erwärmung des Elements in Schichten verschieden konzentrirter Zinksulfatlösung. Am Boden des Gefässes, wo die Lösung mit Zinkvitriolkrystallen in Berührung ist, wird sich eine für die höhere Temperatur gesättigte Lösung bilden, während die oberen Schichten sehr lange Zeit eine geringere Dichte behalten. Da nun die elektromotorische Kraft des Clark-Elements mit abnehmender Konzentration zunimmt, so muss offenbar der negative Temperaturkoeffizient des Elements zu klein ausfallen, wenn man es nicht sehr lange Zeit auf konstanter höherer Temperatur hält. Sorgt man aber dafür, dass die Zinksulfatlösung nicht nur rasch die äussere Temperatur annimmt, sondern auch das Zink sich seiner ganzen Ausdehnung nach in einer für diese Temperatur konzentrirten Lösung befindet, so hat der an sich ziemlich grosse Temperaturkoeffizient von etwa −0,001 *Volt* keinen nachtheiligen Einfluss auf die Genauigkeit der Messungen. Bei den von der Reichsanstalt bisher ausgegebenen Elementen erlaubt ein in die Lösung tauchendes Thermometer die Temperatur derselben genau zu bestimmen; ferner ist der elektromotorisch wirksame Theil des Zinks horizontal gelagert.

Jedenfalls erfüllt das Clark-Element die Anforderungen, welche man an ein derartiges Normal stellen kann, am besten von den bisher ausführlich untersuchten Normalelementen, da sich mit Hilfe desselben Messungen von Stromstärken und Spannungen auf etwa 0,001 genau ausführen lassen.

Will man bei der einzelnen Messung das Clark-Element selbst nicht zu Grunde legen, so lässt es sich als Ersatz für die zeitraubenden Messungen mit dem Silbervoltameter zur Aichung von Normalinstrumenten benutzen. Da die Physikalisch-Technische Reichsanstalt die Prüfung von Clark-Elementen gegen eine geringe Gebühr übernimmt, so kann jeder Elektriker sich leicht von der Richtigkeit seiner Normale vergewissern.

Ueber die elektromotorische Kraft des Normalelements von Fleming.

Von
Dr. St. Lindeck in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Wie C. L. Weber[1]) kürzlich mit Recht hervorgehoben hat, ist der Werth, welcher bisher für das Normal-Daniell von Fleming[2]) gegolten hat, ganz erheblich unrichtig. Das Element besteht aus reinem, amalgamirtem Zink, aus frisch mit einer Kupferhaut galvanisch überzogenem Kupfer und aus Lösungen von Zinksulfat und Kupfersulfat von näher anzugebender Konzentration.

Bei Verwendung von

$CuSO^4$-Lösung vom spez. Gewicht 1,200 bei 15°
und $ZnSO^4$ „ „ „ „ 1,200 „ „

findet Fleming als Mittel aus etwa 50 Messungen die elektromotorische Kraft:

1,102 *theoretische* also 1,104 *legale*[3]) *Volt.*

Für $CuSO^4$-Lösung vom spez. Gewicht 1,100 bei 15°
und $ZnSO^4$ „ „ „ „ 1,400 „ „

ergab sich

1,072 *theoretische* also 1,074 *legale Volt.*

Voller[4]) benutzte nach Angaben, welche im *Centralblatt für Elektrotechnik*[5]) mitgetheilt waren,

Kupfersulfatlösung vom spez. Gewicht 1,102 bei 19,5°
und Zinksulfatlösung „ „ „ 1,196 „ „

und erhielt als elektromotorische Kraft im Mittel:

1,075 *legale Volt* bei 18°.

Die in der Arbeit von Voller hervorgehobene nahe Uebereinstimmung mit dem Werthe 1,072 von Fleming ist also nur eine scheinbare, da sich der letztere Werth auf eine ganz andere Konzentration bezieht. C. L. Weber hat aus dem Ausschlag eines geaichten Spiegelgalvanometers den Werth 1,10 *Volt* bei 17° für die von Voller benutzte Kombination von Lösungen abgeleitet, eine Zahl, die ich durch eigene Versuche bestätigt gefunden habe.

Zu den in der Reichsanstalt angestellten Messungen wurde ein von Ebermayer in München bezogenes Fleming-Element benutzt, dessen elektromotorische Kraft bei verschiedener Konzentration der Lösungen nach dem Kompensationsverfahren bestimmt wurde. Als Normal diente dabei ein mehrfach mit dem Silbervoltameter kontrolirtes Clark-Element. Bei den Messungen, bei welchen eine Aenderung der elektromotorischen Kraft von 0,0001 *Volt* bequem beobachtet werden konnte, ist jedenfalls eine Genauigkeit von 0,001 der zu messenden Grösse erreicht worden. Nach Fleming giebt das Normalelement die besten Resultate bei Verwendung von reinem, amalgamirtem Zink und Kupfer, welches frisch mit einer Kupferhaut überzogen ist; bei den endgiltigen Messungen benutzte ich stets die Elektroden in dieser Beschaffenheit.

---

1) *Elektrotechnische Zeitschrift 1891. S. 181.*

2) *Phil. Mag. V.* **20.** *S. 126. (1885).*

3) Die Angaben von Fleming müssen zur Umrechnung auf *legale Volt* mit dem Verhältniss $\frac{1,438}{1,435}$ multiplizirt werden.

4) *Zentralblatt für Elektrotechnik* **10.** *S. 684. (1888).*

5) *Zentralblatt für Elektrotechnik* **8.** *S. 711. (1886.)*

Amalgamirtes und unamalgamirtes Zink verhalten sich nur dann in Zinkvitriollösung elektromotorisch gleichwerthig, wenn man mit vollkommen reinem, galvanisch niedergeschlagenem Zink arbeitet und die Lösung auf's Sorgfältigste neutralisirt. Bildet man dagegen ein galvanisches Element aus chemisch reinem Zink des Handels in amalgamirtem und solchem in unamalgamirtem Zustand und Zinkvitriollösung, so kann man mit der Zeit veränderliche elektromotorische Kräfte bis zu einigen Hundertstel Volt beobachten und zwar vertritt das amalgamirte Zink die Stelle des positiven Metalls. Unamalgamirtes, blank geschabtes Zink verhält sich noch etwas elektronegativer als ein Zinkstab, welchen man durch Eintauchen in verdünnte Schwefelsäure und nachheriges Abspülen in destillirtem Wasser gereinigt hat. Amalgamirte Zinkstäbe, die aus verschieden reinem Metall hergestellt sind, unterscheiden sich dagegen nur sehr wenig[1]) in ihrem elektromotorischen Verhalten, da Verunreinigungen durch positivere Metalle als Zink in der Regel nicht vorhanden sind. Bei den von mir angestellten Versuchen wurden sieben Stäbe aus Zink von verschiedener Herkunft und Reinheit benutzt, unter welchen sich eine besonders sorgfältig gereinigte Sorte befand. Ebenso ergaben verschiedene Kupferelektroden, die aus zwei Kupfersorten hergestellt waren, keinen merklichen Unterschied in der elektromotorischen Kraft; sie wurden häufig frisch verkupfert und dabei stets möglichst rasch aus dem galvanischen Bad in das Element gebracht, nachdem sie vorher mit destillirtem Wasser abgespült waren. Die einige Male neu bereiteten Lösungen von Zinksulfat und Kupfersulfat brachte ich mit Hilfe eines empfindlichen Aräometers auf die unten verzeichneten Dichten. Um die Diffusion der Lösungen in einander auszuschliessen, wurde die Flüssigkeit der Trennungsschicht häufig entfernt.

In der nachfolgenden Tafel sind die für verschiedene Kombinationen von Lösungen beobachteten elektromotorischen Kräfte aufgeführt; zum Vergleich mit den von mir erhaltenen Ergebnissen sind die von anderen Beobachtern gefundenen (auf legale Volt umgerechneten) Werthe beigefügt. Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Zahl von Messungen, aus welchen die nebenstehenden Mittelwerthe für die elektromotorische Kraft berechnet sind. Wegen der Kleinheit des Temperaturkoeffizienten des Daniell-Elements war es nicht nöthig, die Beobachtungen auf eine gemeinschaftliche Temperatur umzurechnen. Die von mir beobachteten Werthe beziehen sich auf eine Temperatur von 18 bis 20°.

Spezifisch. Gewicht		Elektromotorische Kraft in (legalen) Volt		Beobachter
$Zn\,SO^4$	$Cu\,SO^4$			
1,200	1,200	1,104	(etwa 50)	Fleming
"	"	1,104		Rayleigh[2])
"	"	1,106	(29)	L.
1,200	1,100	1,075	(14)	Voller
"	"	1,10	(9)	Weber
"	"	1,101	(31)	L.
1,400	1,100	1,074 — 1,083		Fleming
"	"	1,087	(40)	L.

[1]) Vgl. Swinburne, *The Electrician 1891. S. 500.*
[2]) *Phil. Trans.* ***176.*** *S. 800.*

Für die erste Kombination von Lösungen, die eigentlich als Fleming'sches Normalelement bezeichnet werden muss, stimmen also die vorhandenen Beobachtungen gut mit einander überein. Für Lösungen vom spezifischen Gewicht 1,2 bezw. 1,1 weicht der von Voller erhaltene Werth um 2,3 % von dem von Weber und mir gefundenen ab. Wahrscheinlich rührt diese Abweichung daher, dass Herr Voller, wie er mir mitzutheilen die Güte hatte, unamalgamirtes Zink als Elektrode verwandte. Die elektromotorische Kraft kann dann in Uebereinstimmung mit von mir angestellten Beobachtungen um 2 bis 3 % geringer ausfallen wie bei Verwendung von amalgamirtem Zink, und zwar wird, wie schon oben erwähnt ist, der durch das Amalgamiren hervorgerufene Unterschied um so geringer sein, je reiner die verwandte Zinksorte war. Für die letzte Kombination schliesslich giebt Fleming den Werth (1,072 *theoretische*, also) 1,074 *legale Volt*; bei der Bestimmung des Temperaturkoeffizienten dieses Elements wird indessen auch ein Werth 1,083 *Volt*[1]) mitgetheilt, der dem von mir beobachteten wesentlich näher liegt. Gerade bei einem mit diesen Lösungen zusammengesetzten Element sind die Werthe der elektromotorischen Kraft recht konstant, so dass der Unterschied beider Resultate schwer zu erklären ist.

Ich habe es unterlassen, die einzelnen Versuchsergebnisse ausführlich mitzutheilen, da das Fleming-Element dem Clark-Element an Konstanz bei Weitem nicht gleichkommt. Die elektromotorische Kraft ändert sich nach dem Zusammensetzen in wenigen Minuten oft um 0,001 bis 0,002, so dass der Vortheil des sehr kleinen Temperaturkoeffizienten kaum in Betracht kommt. Ebenso sind kleine Aenderungen in der Dichtigkeit der Lösungen von geringerem Einfluss als diese zufälligen Aenderungen.

Eine freie Hemmung mit vollkommen unabhängiger und freier Unruhe oder Pendel.

Von
Mechaniker **D. Appel** in Cleveland, Ohio, U. S. A.

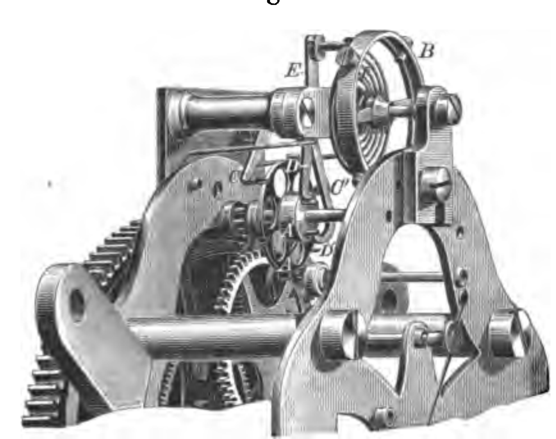
Als ich mich Anfangs des Jahres 1884 aus Liebhaberei mit Studien über freie Hemmungen beschäftigte, führten mich meine Untersuchungen am 10. März desselben Jahres auf eine neue Hemmung mit vollkommen unabhängiger und freier Unruhe oder Pendel und mit beliebig grosser Schwingungsweite. Die Kraftübertragung auf die Unruhe oder Pendel erfolgt bei diesem neuen Prinzip nicht direkt, sondern durch Vermittlung der Spirale (oder der Pendelfeder), welche nicht am Uhrgehäuse, sondern am Anker befestigt ist und, im geeigneten Moment von diesem entgegengesetzt der Unruhe oder Pendelschwingung hin und her bewegt, die Spannung der Spirale oder der Pendelfeder erhöht und hierdurch der Unruhe oder dem Pendel einen Impuls ertheilt. Dieses lässt sich auf verschiedenen Wegen erzielen, je nachdem die Hemmung auf Chronometer, Pendeluhren oder wie in dem zu beschreibenden Fall als Regulator für Triebwerke, z. B. bei kleineren Aequatorealen oder Heliostaten u. s. w. Anwendung finden soll; für letzteren Zweck ist die neue Hemmung so konstruirt, dass sie mit Leichtigkeit noch einen bedeutenden Kraftüberschuss zu bewältigen vermag, ohne dass ihre Funktion als

[1]) a. a. O. *S. 136.*

exakter Zeitmesser dadurch beeinflusst würde. Diese schwere Probe hat das theilweise in der Abbildung mit der neuen Hemmung dargestellte und nach Sternzeit regulirte Uhrwerk im Juni 1890 an einem vierzölligen Aequatoreal von Warner & Swassy erfolgreich bestanden.

Das angewandte Uhrwerk war eine „Loth-Thomas"-Uhr mit achttägigem Gang, gewöhnlicher Ankerhemmung und mit Viertelsekunden-Unruhe. Das Werk wurde für stärkere Kraftäusserung und für die neue Hemmung entsprechend abgeändert und auf die einfachste Art mit dem unteren Ende der Polaraxe des Aequatoreals verbunden. Um schliesslich einen entsprechenden und möglichst gleichförmigen Druck der Triebfedern zu erzielen und das Werk vor unnützer Abnutzung zu bewahren, wurden die Bodenräder mit Sperren versehen, welche bei jedesmaligem Aufziehen nur eine anderthalbstündige Laufzeit gestatten. Es ist jedoch besser, Uhrwerke mit Gewicht- anstatt Federtrieb zu verwenden. —

Die Hemmung ist nach einem meiner Modelle vom Jahre 1887 konstruirt; das Steigrad besteht hier aus zwei, fest mit einander verbundenen Theilen, dem grossen sechszähnigen Ruherad A mit je drei Zähnen auf jeder Seite und dem kleinen dreizähnigen Heberad A', wovon der eine Zahn durch die Axe verdeckt ist. —



Die Ankeraxe, welche als eine Fortsetzung der Unruheaxe zu betrachten und in der Abbildung verdeckt ist, trägt zwei fest mit einander verbundene Anker, wovon der eine CC' die Auslösung des Ruherades und der andere DD' während der Drehung desselben durch A' die Hebung bezw. die Anspannung der Spirale bewirkt, deren freies Ende an einer Verlängerung E des Hebeankers DD' befestigt ist.

Es sei hier noch erwähnt, dass an der Stelle des früheren Steigrades noch ein Rad mit 48 Zähnen und einem sechszähnigen Getriebe, zwischen dem neuen Steigrad und dem Sekundenzeigerrad, eingeschaltet werden musste, um das Voreilen der Uhr, welches durch das neue, nur sechszähnige Steigrad verursacht wurde, wieder zu korrigiren.

Die Figur stellt die Hemmung dar in dem Moment, in welchem sich die Unruhe B in der Richtung eines Uhrzeigers bewegt und soeben ihre Ruhelage passirt hat. Die wachsende Spannung der Spiralfeder F bewirkt nun im nächsten Moment die Befreiung des Ruherades A durch den Auslöseanker C; in diesem Augenblick wird durch die Drehung des Steigerades der längere Arm des Hebeankers D' durch den unteren Stift des Heberades A' nach rechts geschoben und die Spannung der Spiralfeder erhöht; inzwischen schwingt die Unruhe vollends aus und bewirkt, nachdem sie ihre Ruhelage in entgegengesetzter Richtung eines Uhrzeigers passirt hat, in gleicher Weise die Auslösung des Ruherades durch den in der Abbildung fast verdeckten Ankerarm C und verursacht in demselben Moment durch das Heberad A' die Bewegung des oberen kürzeren Ankerarms D' nach links. Die Hemmung hat nun wieder dieselbe Stellung wie in der Abbildung und sobald die Unruhe von ihrer Schwingung nach links zurückgekehrt und ihre Ruhelage passirt hat, sind wir wieder an demselben Punkte angelangt, mit welchem wir

die Erklärung begonnen haben. Dasselbe Spiel wiederholt sich bei jeder Doppelschwingung, ohne dass die Unruhe durch das Räderwerk beeinflusst oder während ihres Ausschwingens durch die Hemmung gestört würde.[1]

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber Nivellirstative.

Von

Prof. Dr. **W. Jordan** in Hannover.

Die Anordnung der Stative für Nivellirinstrumente verlangt deswegen eine besondere Ueberlegung, weil beim Nivelliren, im Gegensatz zum Winkelmessen, die Aufstellungen ungemein zahlreich sind, so dass 50 bis 100 Aufstellungen an einem Tage nichts seltenes sind. Eine kleine Erleichterung oder Zeitersparung beim Aufstellen eines Nivellirstatives fällt daher bedeutend ins Gewicht und kann das Schlussergebniss wesentlich beeinflussen, namentlich auch insofern, als ein glatter und rascher Verlauf des Nivellirverfahrens im ganzen von Einfluss auf das Maass systematischer kleiner Fehler ist und auf die Wahrscheinlichkeit, dass solche beim Hin- und Rücknivelliren sich aufheben.

Für die Wahl des Nivellirinstrumentes ist es nun ein wesentlicher Unterschied, ob man auf ebener fester Landstrasse oder auf dem Schotterweg einer Eisenbahn oder sonst auf unregelmässigem Lande nivellirt. Auf Landstrassen und in Städten habe ich das von der trigonometrischen Abtheilung unserer Landesaufnahme übernommene Verfahren der Stativaufstellung angewandt und vortrefflich erprobt gefunden, nämlich auf der Platte eines gewöhnlichen Statives eine schwach empfindliche Dosenlibelle anzubringen, welche durch Rücken der Stativbeine nahezu zum Einspielen gebracht wird, was die Gehilfen rasch mit wenigen Handgriffen lernen. Der Nivellirende selbst hat dann nur noch wenige Griffe an den Stellschrauben des Nivellirinstrumentes selbst anzuwenden, da ja durch das Rücken der Stativbeine bereits Alles nahezu horizontal gestellt ist.

Nach diesem Verfahren habe ich 1881 in Baden und 1886 bis 1887 viele und genaue Nivellirungen gemacht, und dabei durch Ausbilden jener einfachen Handgriffe bei befriedigender Genauigkeit zugleich grosse Nivellirgeschwindigkeit erzielt. Dagegen auf Eisenbahnen lässt sich das nicht machen, weil jedes Stativbein in dem grobsteinigen Schotter einen festen Platz erlangen muss und nur in grossen Sätzen, aber nicht stetig bewegt werden kann.



Fig. 1.

Um diesem Uebelstande abzuhelfen, hat Herr Mechaniker Randhagen in Hannover uns das in Fig. 1 dargestellte Stativ hergestellt, bei welchem nach dem Festtreten oder Festsetzen der drei Stativfussspitzen, in jeder Stativbeinlänge noch eine Verlängerung oder Verkürzung vorgenommen werden kann durch Schlitzbewegung mit gegenwirkender Spiralfeder. Hiermit wird an einem, zweien oder auch an allen dreien Beinen so lange gedrückt oder gezogen, bis die Dosenlibelle L oben auf dem Stativkopfe einspielt.

---

[1]) Der beschriebenen Hemmung liegt dasselbe Prinzip zu Grunde wie dem in dem D. R. P. No. 50739 (*s. d. Ztschr. 1891. S. 37*) von Riefler in München angewendeten. Nach der obigen Mittheilung, sowie nach früheren, der Redaktion bereits vor Jahren gegebenen Nachrichten dürfte Herrn Appel die Priorität der Anwendung des Prinzipes, den Impuls nicht unmittelbar den starren Theilen der schwingenden Unruhe, sondern diesen durch die Spirale (bezw. die Pendelaufhängung) zu ertheilen, gebühren. D. Red.

Eine zweite Konstruktion zu dem fraglichen Zwecke zeigt Fig. 2, welche nach Mittheilung des französichen Erdmessungs-Ingenieurs Lallemand für unsere Sammlung von Mechaniker Berthélmy in Paris angeschafft wurde (und oben für unsere Zwecke mit dem Aufsatzstück D versehen ist). Das Wesen dieser Konstruktion besteht darin, dass der ganze Obertheil B gegen das eigentliche Stativ A durch ein Kugelgelenk verstellbar gemacht ist, welches mit der Zentralschraube C regiert und dann festgestellt wird, wenn die Dosenlibelle L nahezu einspielt.

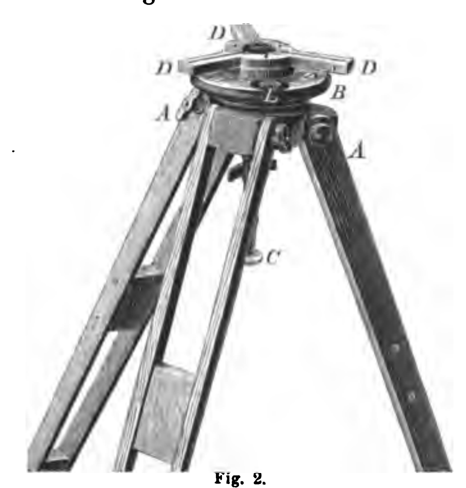


Fig. 2.

Endlich zeigt Fig. 3 eine schon seit Jahren von uns geplante und durch Verhandlungen mit Herrn Mechaniker Randhagen zur Ausführung gebrachte Konstruktion nach dem System der Cardani'schen Aufhängung. Es war zuerst beabsichtigt, die Unterlagsplatte B des Nivellirinstrumentes in loser Cardani'scher Aufhängung gegen das eigentliche Stativ A pendeln und durch ein unten angehängtes starkes Gewicht einspielen zu lassen, worauf das Feststellen durch die Kurbel K erfolgen sollte. Der Erfolg war aber nicht günstig, und deshalb brachten wir statt des Zentralgewichtes eine Einstellung durch drei grobe Stellschrauben S, mit der Dosenlibelle L, in Anwendung. Diese Schrauben S haben doppelte Gänge mit einer wirksamen Ganghöhe von 5 *mm*; es genügen daher nur wenige Umdrehungen, um auch eine ganz erhebliche Neigung der Platte B rasch auszugleichen. Beim Nivelliren selbst hatte ich einen Assistenten zum Ablesen der Libellentheile am Instrumente; mit diesem Assistenten war ich bald so eingearbeitet, dass wir, nach Festtreten der Stativbeine, ohne Rücksicht auf die Neigung der Platte A, gemeinsam die drei groben Schrauben S in Angriff nahmen, bis die Blase bei L einspielte, worauf erst das eigentliche Nivellirinstrument, das auf B aufgesetzt ist, in Wirksamkeit trat. Die Handgriffe mit den drei groben Schrauben S (welche nach Einspielen von L alle drei scharf pressen müssen) waren bald so mechanisch eingeübt, dass wir bei einem mittleren Nivellirfehler von 2 *mm* auf 1 *km* auf der Eisenbahn eine Geschwindigkeit von 1,5 *km* für eine Stunde erreichten. Diese Konstruktion Fig. 3 hat sich von den dreien, Fig. 1, 2, 3, bei unseren Versuchen am besten bewährt. Uebrigens könnte auch das Kugelgelenk von Fig. 2 mit den drei groben Schrauben S von Fig. 3 konstruirt werden.

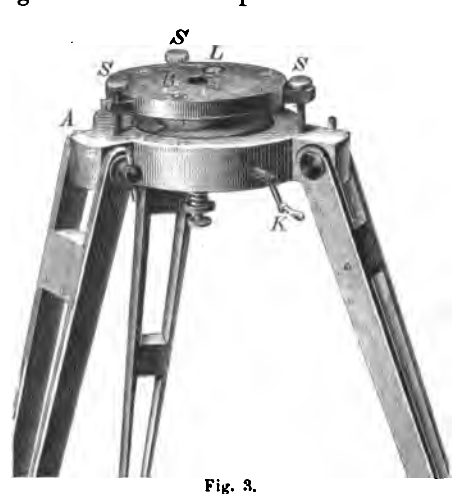


Fig. 3.

Hannover, 6. November 1891.

Die internationale elektrotechnische Ausstellung zu Frankfurt a. M.

Von einem erschöpfenden Bericht über die für die Entwicklung der Elektrotechnik bedeutungsvolle internationale elektrotechnische Ausstellung zu Frankfurt a. M., muss an dieser Stelle abgesehen werden, da der grösste Theil der Ausstellungsgegenstände den Zielen dieser Zeitschrift fern liegt. Es kann sich hier nur um eine Besprechung derjenigen Instrumente und Apparate handeln, welche in das Gebiet der wissenschaftlichen und

technischen Messkunde fallen, oder für die Technik der Feinmechanik Bedeutung haben. Wir wollen im Folgenden zunächst einen kurzen Ueberblick über diesen Theil der Ausstellung geben und dann auf einige besondere Gruppen näher eingehen.

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hatte eine Anzahl der nach ihren eigenen Konstruktionen ausgeführten Apparate zur Ausstellung gebracht. Ausserdem gaben eine Anzahl von Kurven die Resultate einiger von der Anstalt ausgeführten Untersuchungen wieder, z. B. über das Verhalten verschiedener Materialien in Bezug auf elektrischen Widerstand bei verschiedenen Temperaturen, sowie das magnetische Verhalten von Eisen, Stahlsorten und Legirungen.

Die reichhaltige und durch bequeme Vorführung der Objekte ausgezeichnete Ausstellung der Firma Siemens & Halske behalten wir einer besonderen Betrachtung vor.

Die Apparate von Professor Hertz zum Nachweis der Reflexion, Brechung und Polarisation elektrischer Strahlen, welche von der technischen Hochschule zu Karlsruhe ausgestellt waren, sind zwar bekannt, doch würde bei der grossen Bedeutung derselben unser Bericht unvollständig sein, wenn wir sie nicht kurz skizzirten. Die Apparate bestehen aus zwei parabolischen Hohlspiegeln; in der Brennebene des einen derselben befindet sich der die Schwingungen erregende Leiter. Ein grosses Asphaltprisma dient dazu, den aus dem Hohlspiegel tretenden elektrischen Strahl zu brechen. Ein Drahtgitter zum Zwecke des Nachweises der Polarisation elektrischer Strahlen sowie ein Apparat zum Nachweise der Induktion durch dielektrische Verschiebung vervollständigte die Sammlung.

Das optische Institut von A. Krüss in Hamburg hatte eine Anzahl seiner Instrumente vorgeführt. Photometerköpfe verschiedener Konstruktion, eine Hefner-Lampe mit optischem Flammenmaass nach Krüss (das Bild der Flamme erscheint auf einer matten, getheilten Glasscheibe), Stative für Glühlampen zum Photometriren, um die Lampe in jeder Lage messen zu können, ein Spektrophotometer nach Vierordt. u. s. w.

G. A. Schultze in Berlin zeigte ein Fernthermometer, sowie einen Fernwasserstandsanzeiger mit Moenich'schem Fernmessinduktor. Der letztere ist unseren Lesern bekannt (*vgl. diese Zeitschr. 1889. S. 122)* und es bleibt nur zu erwähnen, dass der Zeiger eines Metallthermometers mit der Axe der drehbaren Spule verbunden ist. Bei dem Wasserstandsanzeiger wird in der bei diesen Apparaten üblichen Weise die jeweilige Wasserhöhe auf die Lage der Spule übertragen.

Die Firma Pintsch in Berlin hatte eine Gülcher Thermosäule zur Erzeugung von Elektrizität durch direkte Wärmeumsetzung vorgeführt. Die Säule besteht aus einer Reihe hintereinandergeschalteter Antimon-Nickel-Elemente. Durch Gasflämmchen wird eine Erhitzung der Löthstellen herbeigeführt, während zur Abkühlung des Antimontheiles an demselben ein flaches Kupferblech befestigt ist, welches gleichzeitig zur leitenden Verbindung mit dem Nickel des nächsten Elementes dient. Die Säulen, welche in verschiedenen Grössen gebaut werden, besitzen eine elektromotorische Kraft von 3,6 bezw. 1,8 *Volt* und gestatten bei einem äusseren Widerstande von 0,4 Ω eine Stromentnahme von 4,5 *Ampere*. In einer Zeichnung war die Konstruktion einer Thermosäule für eine Spannung von 80 *Volt* und für Erhitzung mittels Kohle dargestellt.

Elster & Geitel in Wolffenbüttel hatten eine Anzahl lichtelektrischer Vakuumzellen ausgestellt. Um das Verhalten dieser Zellen vorzuführen, war eine mit Kalium gefüllte in einer lichtdichten Metallkapsel eingeschlossen. Die Kaliumoberfläche stand mit dem positiven Pol einer Trockensäule (abwechselnd aufgeschichtetes Gold- und Silberpapier) in Verbindung; an eine in die Zelle eingeschmolzene Elektrode war der negative Pol angelegt. Oeffnet man die Kapsel, so dass Licht auf die Zelle fällt, so findet eine Entladung der Trockensäule statt, die an einem Aluminiumelektroskop bemerkbar wird.

Zur Demonstration von Induktionsströmen, die in Metallmassen durch Bewegung in einem magnetischen Felde erzeugt werden, dient ein von Prof. von Waltenhofen-Wien konstruirtes Induktionspendel. Dasselbe besteht aus einem Elektromagneten und einem zwischen den Polen desselben schwingenden, aus einem kräftigen Kupferstücke herge-

stellten Pendel. Wird das letztere in Schwingungen versetzt, so gelangt es bei Erregung des Elektromagneten in kurzer Zeit zum Stillstand. — Derselbe Gelehrte hatte noch eine elektromagnetische Differentialwaage vorgeführt; dieselbe beruht auf der Wahrnehmung, dass das Anwachsen des Magnetismus eines durch einen elektrischen Strom magnetisirten Eisenstückes nicht proportional der Stromstärke, sondern je nach Form des magnetisirten Theiles verschieden erfolgt. Der Apparat besteht aus einem Waagebalken, an dessen einem Ende sich ein Eisenrohr befindet, während am andern ein Eisenstab hängt. Die beiden Eisenstücke ragen im Ruhezustand der Waage gleich tief, etwa mit einem Drittel ihrer Länge in je ein Solenoïd, welche beide hintereinander geschaltet sind und die gleichen Wicklungsverhältnisse besitzen. Wird ein schwacher Strom in die Spulen gesendet, so findet eine Einziehung des Eisenrohres statt, die so lange andauert, bis bei Steigerung des Stromes eine bestimmte Stromstärke erreicht ist, bei welcher der Eisenstab gleich stark und im weiteren Verlaufe kräftiger magnetisirt wird. Es werden sich bei graphischer Darstellung der Magnetisirung von Rohr und Stab zwei sich schneidende Kurven ergeben.

Um Störungen von Taschenuhren durch magnetische Beeinflussung, besonders in der Nähe von Dynamomaschinen, vorzubeugen, ist man bemüht gewesen, die besonders gefährdeten, bisher aus Stahl angefertigten Theile, aus anderen Metallen herzustellen. Am besten haben sich hierzu das Palladium und einige Legirungen dieses Metalles geeignet gezeigt. Die Hauptschwierigkeit lag in der Herstellung der Kompensationsunruhe; diese Schwierigkeit ist jedoch gehoben und auf der Ausstellung waren sogenannte „unmagnetische“ Uhren ausgesellt von Schlesicky und von Dr. O. May in Frankfurt a. M. — An dieser Stelle möge ein kleiner Apparat zum Entmagnetisiren von Taschenuhren erwähnt werden. Derselbe besteht aus einem Stahlmagneten, der sich in rasche Rotation versetzen lässt. Man bringt den magnetisirten Theil in die Nähe eines Poles und entfernt ihn sodann unter fortwährendem Polwechsel, bis eine Einwirkung nicht mehr stattfindet. Ein anderer dem gleichen Zwecke dienender Apparat besteht aus einer Spule, deren Hohlraum zur Aufnahme einer Uhr eingerichtet ist; durch die Spule wird ein Wechselstrom gesendet, während dessen Dauer die Uhr langsam herausgezogen wird. Auf solchem oder ähnlichem Wege lassen sich magnetisch gewordene Uhren wieder auf einige Zeit in Stand setzen; das Verfahren wird jedoch meist immer ein unvollkommenes bleiben.

Dr. C. Fröhlich-Aschaffenburg hatte einen Seïsmographen mit elektrischer Registrirvorrichtung ausgestellt, über welchen bereits in *dieser Zeitschr. 1888. S. 141* berichtet worden ist.

Eine grosse Anzahl ihrer registrirenden, den verschiedensten Zwecken dienenden Mess-, Kontrol- und Zählapparaten waren von der Firma *Richard Frères*-Paris zur Ausstellung gebracht worden; dieselben haben bereits mehrfach in dieser Zeitschrift ausführlich Erwähnung und Würdigung gefunden.

Neben einer Anzahl von Unterrichtsapparaten, verschiedenen Handdynamomaschinen, Glühlampen zur Demonstration derselben, kleiner Bogenlampen u. s. w., war die Firma C. E. Fein-Stuttgart mit einer Reihe ihrer medizinischen Apparate vertreten, unter Anderen mit einem grossen stationären Apparat zur Erzeugung galvanischer und faradischer Ströme; den elektrischen Strom lieferte eine aus 60 Braunsteinzylinderelementen bestehende Batterie; die zur Schaltung bez. Aenderung des Stromes erforderlichen Apparate bestanden aus einem Kurbelstromwähler, Rheostate, Stromwender, Induktionsapparat mit Unterbrecher, Milliamperemeter mit veränderlicher Empfindlichkeit. Weiter zeigte dieselbe Firma noch einen Apparat zur Ausleuchtung von Geschützrohren, bestehend aus verschiedenen Glühlampen, dazu verschiedene Halter und Spiegel,

Peyer, Favarger & Cie. in Neuenburg (Nachf. von M. Hipp) hatten ebenfalls eine Anzahl von Registrirapparaten neben einigen anderen Präzisionsinstrumenten ausgestellt; unter Anderm sei ein Geschwindigkeitsmesser für Eisenbahnen erwähnt, bei welchen die höchst erreichte Geschwindigkeit durch einen Zeiger markirt wird, der zur Kontrole stehen bleibt und nur bei Oeffnen des Instrumentes zurückgedreht werden kann; der Apparat be-

sitzt ferner eine elektrische Kontaktvorrichtung zum Signalisiren bei Ueberschreitung der normalen Schnelligkeit.

Das elektrotechnische Institut von Braunschweig in Frankfurt hatte insbesondere eine grössere Anzahl von elektromedizinischen Apparaten vorgeführt; Apparate für Galvanisation, Faradisation, Galvanokaustik waren in zweierlei Ausführung vertreten, entweder zum Anschluss an elektrische Lichtleitungen oder zum Betriebe mit Elementen oder tragbaren Akkumulatoren eingerichtet. Induktionsapparate mit getheilten Wicklungen zur Vornahme verschiedener Schaltungen, sowie die dazu gehörigen Stromunterbrecher zeigte dieselbe Firma in verschiedenen Konstruktionen. Ein pendelartiger Unterbrecher erlaubt die Anzahl der Unterbrechungen in der Minute innerhalb 25 und 2000 beliebig zu verändern. Das Pendel wird durch einen Elektromagneten in Bewegung erhalten. — Ein walzenförmiger Unterbrecher erhält seinen Antrieb durch ein Uhrwerk. Die Uebertragung der Bewegung findet mittels einer Friktionsscheibe statt, an deren Fläche rechtwinklig ein mit der Walze verbundenes Rädchen angreift und den je nach seiner verschiebbaren Stellung in der Nähe der Axe oder der Peripherie der Scheibe eine verschiedene Geschwindigkeit ertheilt werden kann. — Eine Influenzmaschine derselben Firma, zum Betrieb mittels Elektromotor eingerichtet, dient zur Franklinisation. Erwähnt seien endlich noch Elektroden verschiedenster Form, sowie Apparate zur Beleuchtung innerer Körpertheile.

Die Firma Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen hatte ebenfalls in grösserer Zahl elektromedizinische Apparate ausgestellt; eine Anzahl stationärer Batterieschränke, sowie transportable Batterien mit den erforderlichen Schaltvorrichtungen für die Elemente, sowie den Zwischenapparaten für die verschiedenen Zwecke, ferner Galvanometer für ärztliche Zwecke mit horizontaler oder vertikaler Skale. Eine für medizinische Zwecke sehr praktische Form von Widerständen besitzt die Fabrik in ihren Graphitrheostaten; dieselben bestehen aus Graphitstäbchen, auf welchen Schleiffedern angebracht sind, die als Kontakte dienen.

Mit elektro-medizinischen Apparaten waren ferner Blänsdorf Nachf.-Frankfurt a. M., Weichmann-München und J. Brändli-Basel vertreten. Die erstere Firma zeigte Batterien für Galvanisation, Faradisation, Galvanokaustik und innere Körperbeleuchtung, die Firma Weichmann verschiedene Batterien, Induktionsapparate nebst Zubehör und Galvanometern, während J. Brändli neben einer Batterie für konstante Ströme, ein als Normalinduktionsapparat bezeichnetes Instrument ausgestellt hatte; dasselbe ist mit verstellbarem Unterbrecher besonderer Konstruktion versehen, auf dessen Einrichtung in dieser Zeitschrift später näher eingegangen werden soll. — E. Albrecht in Tübingen hatte einige galvanokaustische Apparate verschiedener Konstruktion vorgeführt, sowie eine Batterie nach Angabe von Prof. Bruns. — Dr. Bröse-Berlin zeigte Apparate zur Erzeugung aller vom Arzte benöthigten Stromstärken mittels des Beleuchtungsgleichstromes.

Zahnärztliche Apparate waren von Schäfer & Montanus-Frankfurt und E. Simonis-Berlin in je einem vollständig eingerichteten Operationszimmer ausgestellt. Zu erwähnen sind hiervon die mit Elektromotor betriebenen Bohr und Schleifmaschinen, sowie einige Mundbeleuchtungs- und galvanokaustische Apparate.

Die Firma Merz-München hatte neben verschiedenen Arbeiterschutzmitteln, einer neuen Elementfüllung, dem „Graphiton,“ Glimmer in verschiedener Form, als dünne Platten zur Verwendung für Membrane, als Isolirmaterial, sowie als Spiegel, Scheiben und Glocken für elektrisches Licht ausgestellt. (Fortsetzung folgt.)

Referate.

Beschreibung des am Eiffelthurm angebrachten Manometers von 300 m Länge.

Von L. Cailletet. *Journ. de Phys. II.* **10.** *S. 268.* (*1891.*)

Verfasser hat den Eiffelthurm benutzt, um an ihm ein überall zugängliches Manometer von 300 *m* Länge für einen Druck von 400 Atmosphären, anzubringen. Die

Einrichtung desselben ist die folgende. Das Manometerrohr von 4,5 *mm* innerem Durchmesser ist von weichem Stahl und steht mit einem unten befindlichen Quecksilbergefäss in Verbindung. Aus letzterem kann mit Hilfe einer hydraulischen Pumpe das Quecksilber in das Stahlrohr gepresst werden. An dem Rohr sind in Abständen von 3 *m* Hähne angebracht, welche dasselbe mit über 3 *m* hohen vertikalen Glasröhren in Verbindung setzen können. Hinter diesen befinden sich Maassstäbe zum Ablesen der Quecksilberkuppe aus gefirnisstem Holz. Letzteres wurde dem Metall wegen seiner Unveränderlichkeit gegen metereologische Einflüsse in Richtung der Faser vorgezogen. Da das Manometer wegen der Gestalt des Thurmes nicht in vertikaler Richtung hinaufgeführt werden konnte, liegen die Maassstäbe nicht über einander. Der Anschluss zweier auf einander folgender Maassstäbe wurde deshalb mit einem kommunizirenden, mit Wasser gefüllten Glasrohr und zur Kontrole mit einem durch eine Wasserwaage horizontal gelegten Lineal bestimmt. Zur weiteren Kontrole wurden die vertikalen Abstände bestimmter Marken am Manometerrohr durch geodätische Messungen festgestellt.

Wenn nun ein bestimmter Druck hergestellt werden soll, welcher in den Bereich eines gewissen Glasrohrs fällt, so wird dieses mit dem Manometerrohr in Verbindung gesetzt und das Quecksilber in dem Manometer emporgetrieben, bis es auch das Glasrohr bis zu der beabsichtigten Stelle füllt. Um dies mit der gewünschten Schnelligkeit und Genauigkeit bewirken zu können, ist unten am Quecksilbergefäss ein Federmanometer angebracht, welches zwei Theilungen trägt, wovon eine den Druck in Atmosphären anzeigt, während die Zahlen der anderen den Hähnen am Manometer entsprechen. Ist das Quecksilber soweit gestiegen, so kann man es zurücktreiben, indem man Wasser aus der Pumpe in einen graduirten Zylinder austreten lässt, der die Menge des herausgelassenen Wassers anzeigt. Natürlich müssen an dem Apparat zwei Beobachter beschäftigt sein, der eine unten an der Pumpe, der andere bei der Quecksilberkuppe. Beide stehen durch Telephon in Verbindung.

Von den Korrektionen, welche zur Erzielung des genauen Werthes des Druckes nöthig sind, ist diejenige die schwierigste, welche durch die ungleiche Temperatur des Quecksilbers nöthig wird. Um die letztere zu bestimmen, dienen registrirende Thermometer und Widerstandsmessungen, welche am Telephondraht vorgenommen werden. Die Aenderung der Thurmhöhe mit derjenigen der Temperatur beeinflusst das Ergebniss nicht erheblich, da eine Aenderung der Temperatur um 30° die Höhe nur um 1 *dm*, also etwa um $^1/_{3000}$ ihres Werthes vermehrt oder vermindert. *E. Br.*

Ueber den Angriff von Glas durch Wasser und eine elektrische Methode zur Bestimmung desselben.

Von E. Pfeifer. *Wied. Ann.* **44.** *S. 239.* *(1891).*

Nach den Versuchen von F. Kohlrausch über die Leitfähigkeit der Elektrolyte in wässriger Lösung ist es bekannt, dass man durch Bestimmung des Leitungsvermögens sehr kleine Verunreinigungen im Wasser mit grosser Schärfe ermitteln kann. Auf die Möglichkeit, das Leitungsvermögen von Wasser, welches mit Glasoberflächen in Berührung war, zu einer Beurtheilung der Angriffsfähigkeit der letzteren zu benutzen, hat der Verfasser bereits früher hingewiesen. Indem er nunmehr das Ziel verfolgt, auf solche Weise zu einem genauen, zahlenmässigen Vergleiche verschiedener Gläser zu gelangen, hat er zunächst sein Augenmerk auf das nähere Studium des Angriffs von Wasser auf Glas überhaupt gerichtet. Die dabei angewandte Methode ist die folgende: Glaszylinder, deren Oberflächen genau gemessen sind, werden in Porzellangefässen mit gewogenen Wassermengen bei genau bestimmter Temperatur andauernd in Berührung gelassen; dabei nimmt das Leitungsvermögen des Wassers einen wesentlich höheren Werth an, als es beim Stehen in Porzellangefässen allein erhält. Die sich so ergebende Zunahme des Leitungsvermögens ist ein direktes Maass der Angreifbarkeit des Glases durch das Wasser, da diese, wenigstens bei niederer Temperatur, so gut wie ausschliesslich auf der Alkaliabgabe des Glases beruht, und die

Zunahme der letzteren der Zunahme der Leitfähigkeit proportional ist. Die Versuche, welche mit aller, bei der ausserordentlichen Empfindlichkeit der Methode unerlässlichen Sorgfalt angestellt wurden, ergaben zunächst für die Temperaturen von 10°, 20° und 30° in der ersten Zeit der Berührung des Glases mit Wasser eine verhältnissmässig starke Löslichkeit desselben; diese nimmt jedoch rasch ab und geht, nachdem sie zunächst noch kleinen Schwankungen unterlegen ist, schliesslich in einen Werth über, welcher sich sehr lange konstant erhält. Nur bei einer Versuchsreihe von 30° konnte vom 310. Tage der Einwirkung des Wassers an ein langsames Sinken der Löslichkeit des Glases wahrgenommen werden; diese schliessliche Abnahme schien dem Verfasser mit einer sich bemerklich machenden Zerstörung der Oberfläche zeitlich zusammenzufallen. Die Löslichkeit des Glases ist in sehr hohem Grade von der Temperatur abhängig; für eine bestimmte Temperatur wird sie vermindert, wenn das Glas vorher mit Wasser von höherer Temperatur genügend lange Zeit in Berührung war; je höher diese Temperatur ist, um so grösser ist die Vermindernng der Löslichkeit des Glases; durch andauernde Behandlung des Glases mit Wasser von niederer Temperatur wird seine Löslichkeit für eine höhere Temperatur jedoch nicht wesentlich geändert. Verfasser hat nur eine einzige Glassorte untersucht; die von ihm mit dieser gewonnenen Ergebnisse stimmen, wie man sieht, mit denjenigen überein, zu denen Mylius und Foerster (*diese Zeitschrift 1891. S. 311*) in einer gleichzeitig mit der vorliegenden fertig gestellten Arbeit gelangten. Die Resultate der letzteren unterscheiden sich von denen des Verfassers dadurch, dass die von jenen angewandte Methode gestattet, die vom Glase gelösten Alkalimengen direkt in dem Gewicht der ihnen äquivalenten Mengen Natron oder Kali anzugeben. Der Grössenordnung nach die vom Glase abgegebenen Alkalimengen zu schätzen, gestattet auch die elektrische Methode, wenn man in Betracht zieht, dass auf Quecksilber von 0° als Einheit bezogen, die Leitfähigkeit von normaler Kalilauge = 220. 10^{-7}, diejenige von normaler Natronlauge = 200. 10^{-7} zu setzen ist. Auf diese Weise wurde ermittelt, dass von dem vom Verfasser angewandten Glase, welches im Wesentlichen 65,21 % SiO_2, 12,23 % CaO, 17,37 % Na_2O und 1,80 % K_2O, ausser kleinen Mengen von Fe_2O_3, Al_2O_3, PbO und MnO enthielt, auf 1 qcm Oberfläche bei 20° in 1 Stunde 1 bis 2 Millionstel Milligramme sich auflösen, wenn die Löslichkeit ihren konstanten Werth erreicht hat. Der Grössenordnung nach stimmt auch dieses Resultat mit den Ergebnissen von Mylius und Foerster überein. Es sei schliesslich noch bemerkt, dass das elektrische Leitungsvermögen von Wasser, welches mit Glas in Berührung ist, nur so lange ein direktes Maass für die Löslichkeit des Glases sein kann, als sich fast ausschliesslich Alkali auflöst; sobald die entstandene Alkalilösung auch Kieselsäure aufnimmt, welche dann mit dem gelösten Alkali zu einem Silikat zusammentritt, hört die Proportionalität zwischen Leitungsvermögen und der Menge gelöster Glassubstanz auf, da eine Alkalisilikatlösung schwächer leitet als eine Lösung, welche dieselbe Menge an freiem Alkali enthält. Eine nennenswerthe Lösung der Kieselsäure wird aber nur bei ziemlich niederer Temperatur (bei 20° etwa) vermieden, in anderen Fällen kann sie recht beträchtlich werden. *F.*

Ueber das Ansteigen des Eispunktes bei Quecksilberthermometern aus Jenaischem Normalglas II.

Von F. Allihn. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **29.** *S. 381. (1890.)*

Der Verfasser hat seine früheren Versuche über die Eispunktserhebung der Thermometer aus Jenaer Glas nach längerem Liegen (*Zeitschr. f. anal. Chemie.* **28.** *S. 435*) fortgesetzt. Während nach dreijährigem Liegen ein Anstieg des Eispunktes von 0,03° eingetreten war, bewirkte ein weiteres Jahr nur noch ein Ansteigen von etwa 0,01°

Ferner untersuchte Verf. die Eispunktserhebung der Jenaer Thermometer durch längeres Erhitzen auf hohe Temperatur. In Uebereinstimmung mit den Versuchen von Wiebe findet er, dass bei einer öfter wiederholten Erwärmung auf etwa 300° zunächst eine starke Erhebung des Eispunktes eintritt, die bei jeder folgenden Erwärmung immer

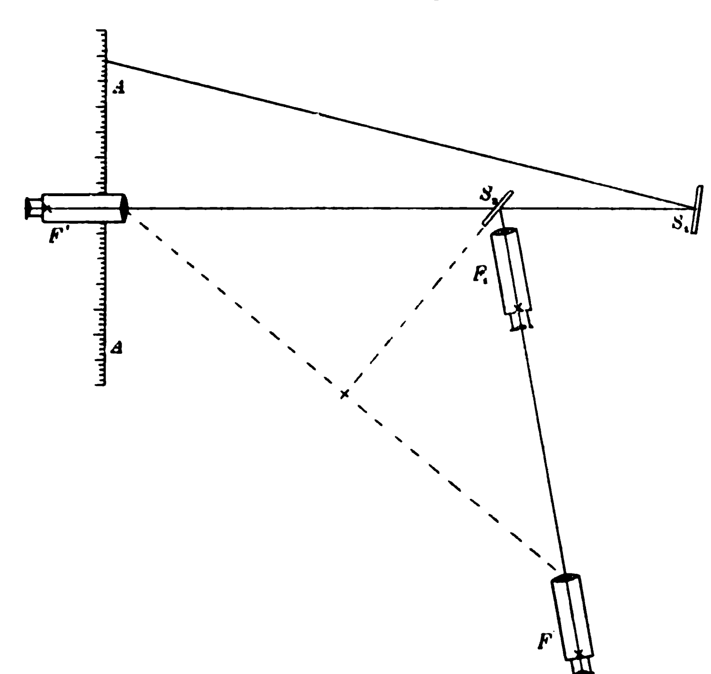
schwächer wird. Das Jenaer Glas verhält sich hierbei etwa doppelt so günstig als das gewöhnliche Thüringer Thermometerglas. Es empfiehlt sich deshalb, die neu angefertigten Thermometer vor Herstellung der Skale 30 Stunden auf etwa 300° zu erhitzen, um den Eispunkt von vornherein zu heben, worauf auch schon Wiebe hingewiesen hatte.

E. Br.

Eine einfache Modifikation der Poggendorff'schen Spiegelablesung.

Notiz von H. E. J. G. du Bois *aus Haag.* *Wied. Ann.* **38.** *S. 494. (1889.)*

Der Verfasser schlägt eine nahe liegende Modifikation der Poggendorff'schen Spiegelablesung für solche Fälle vor, wo es nicht bequem ist, das Fernrohr bei der Skale aufzustellen, z. B. wenn man den Spiegel, dessen Drehung bestimmt werden soll, selbst mit der Hand in Bewegung setzen muss und zu dem Zweck das Fernrohr in der Nähe desselben haben möchte.



Wenn in nebenstehender Figur S_1 den Spiegel, $A\,A$ die Skale, F' das Fernrohr in der gewöhnlichen Anordnung bedeutet, so bringt der Verfasser einen zweiten Spiegel bei S^2 an. Wird dann das Fernrohr in F aufgestellt, wo F so gewählt ist, dass sein Spiegelbild in Bezug auf S_2 in F' liegt, so wird die Berechnung einer Winkeldrehung von S_1 genau wie früher vor sich gehen müssen. Dasselbe ist der Fall, wenn man F in Richtung seiner Axe verschiebt, es etwa ganz nahe an S_2 nach F_1 heranbringt. Man hat dann noch den Vortheil, dass man bei einem gegebenen Fernrohr die Skale fast doppelt so weit wie früher von S_1 entfernen kann, wodurch die Empfindlichkeit nahe verdoppelt wird.

Der Spiegel S_2 kann am Fernrohr selbst angebracht sein; er muss natürlich über der Ebene der Figur liegen, wenn die Mitte von $A\,A$ nicht durch ihn verdeckt werden soll. Es ist einleuchtend, dass nach dieser Methode, wenn S_2 geeignet gerichtet ist, das Fernrohr an jedem beliebigen Orte des Beobachtungsraumes aufgestellt werden kann.

E. Br.

Zur Praxis der Gefriermethode.

Von E. Bechmann. *Zeitschr. f. physik. Chemie.* **7.** *S. 323. (1891.)*

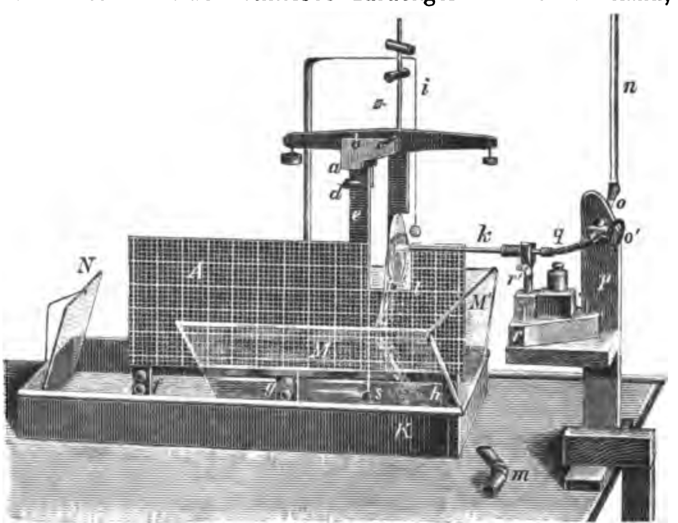
An dem vor einigen Jahren (*Zeitschr. f. physik. Chemie.* **2.** *S. 638 u. 715.*) vom Verf. angegebenen Apparat zur Bestimmung des Gefrierpunktes von Lösungen wurden im Laufe der Zeit noch einige Abänderungen und Ergänzungen angebracht, die in der vorliegenden Abhandlung mitgetheilt werden. Wenn nämlich das angewandte Lösungsmittel der zu untersuchenden Substanz hygroskopisch ist, so muss man dafür sorgen, dass die Luftfeuchtigkeit keine Fehler verursacht, da durch Wasseraufnahme der Gefrierpunkt um einige Zentigrade falsch werden kann. Diese Fehlerquelle ist bei dem beschriebenen Apparat dadurch vermieden, dass während des Versuchs ein Strom trockner Luft durch denselben geleitet wird.

Es werden sodann einige Gefrierpunktsbestimmungen in Phenol (Erstarrungspunkt 40 bis 42°) und Naphtalin (Schmelzpunkt 79 bis 70) mitgetheilt, um zu zeigen, dass der Apparat auch für höher schmelzende Lösungsmittel geeignet ist. Die Versuche beziehen sich auf Naphtalin und Benzoësäure in Phenol als Lösungsmittel und auf eine Lösung von Anthracen in Naphtalin. Zum Schlusse sind noch einige Bemerkungen über das Eintragen der Substanz in das Lösungsmittel und das Einleiten des Erstarrens zugefügt. Das Letztere geschieht durch den „Impfstift", einen Stift, der aus Krystallen der betreffenden Substanz besteht, und mit dem man nach Erreichung der Erstarrungstemperatur die Flüssigkeit in Berührung bringt. *E. Br.*

Apparat zur Erläuterung des Druckes eines ruhenden schweren Körpers.

Von O. Reichel. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **4.** *S. 290. (1891.)*

Der Apparat soll den Nachweis ermöglichen, dass der Druck oder Zug, den ein ruhender fester Körper auf den ihn unterstützenden, in Bezug auf die Erde ruhenden, festen Körper ausübt, auf dieselben sehr kleinen Antriebe zurückgeführt werden kann, durch die man die Einwirkung der Erde auf einen nicht unterstützten Körper zu erklären pflegt.



An der lothrechten Zunge eines Waagebalkens ist eine kreisförmige Scheibe rechtwinklig zur Längsaxe der letzteren befestigt. Gegen ihre Mitte strömt unter rechtem Winkel und unter gleichbleibendem Drucke ein Wasserstrahl, dessen Einwirkung durch eine an den Waagebalken gehängte Masse *m* ausgeglichen wird. Der Aufhängepunkt und der Mittelpunkt der Scheibe haben von dem Drehpunkt der Waage gleichen Abstand. Nach Entfernung der Waage fliesst der Wasserstrahl parallel einer Zinktafel, die in Quadratzentimeter eingetheilt ist. Sie gestattet die Koordinaten mehrerer Punkte der Ausflussparabel abzulesen und daraus die Ausflussgeschwindigkeit v des Wasserstrahls zu berechnen. Bestimmt man ferner durch Wägung die Wassermenge, die während einer bestimmten Zeit ausströmt, so kann man die Wassermasse w berechnen, die während einer Sekunde mit der Geschwindigkeit v auf die Scheibe einwirkte. Es ergiebt sich nun aus den Rechnungen und den Versuchen, dass der Stoss $(w. v)$ des gegen die Scheibe strömenden Wassers so gross ist wie der Druck $(m. g)$ des Gegengewichts. *H. H. M.*

Kurvenmesser.

Von Kahle-Endler. *Zeitschr. f. Vermessungswesen.* **20.** *S. 217. (1891).*

Der hier beschriebene einfache Apparat besteht aus einem in einer Gabel gelagerten Fahrrädchen von 100 *mm* Umfang, welches auf der Fläche nahe dem Rande eine Eintheilung trägt. An der dem Nullstrich entsprechenden Stelle ist die Theilebene mit einem Einschnitt versehen, dessen eine Begrenzungsfläche senkrecht in die Radebene schneidet, während die andere Fläche schräg verläuft. In diesen Einschnitt schnappt bei jeder Umdrehung des Rades ein leicht federnder, an der Gabel befestigter Zahn ein und macht so dem Gefühl wie dem Gehör die Zahl der beim Abfahren vollendeten Um-

drehungen und damit die Anzahl der gemessenen Dezimeter erkennbar. Zu dieser Grösse tritt bei Messungen noch die an der Theilung abzulesende Anzahl von Millimetern hinzu. Für genauere Zwecke wird es noch erforderlich, die Reduktion dieser Ablesungen auf wahre Millimeter durch Abfahren von Strecken bekannter Länge zu bestimmen. *P.*

Das Plesiometer.

Von E. Luschin v. Ebengreuth. *Oesterreich. Zeitschrift für Berg- u. Hüttenwesen.* ***39.*** *S. 509. (1891.)*

Unter dem gesuchten und ohne die gegebene nähere Worterklärung (Annäherungsmesser) den meisten Lesern wohl unverständlichen Namen „Plesiometer" wird Einrichtung und Gebrauch eines Instrumentes beschrieben, das als „Visirkompass" oder „Diopterbussole" seit Beginn des vorigen Jahrhunderts bei Feldmesser- und Markscheidearbeiten allgemein im Gebrauche ist und sich in ähnlicher Form und Einrichtung in den verbreitetsten Lehrbüchern der praktischen Geometrie und Markscheidekunst (beispielsweise bei Nicolaus Voigtel (1714), August Beyer (1749), Julius Weisbach (1859), Liebenam (1876) und Brathuhn (1884) abgebildet und beschrieben findet. Am ausführlichsten ist die vielseitige Anwendbarkeit dieses altbekannten Instrumentes wohl in der *Zeitschrift für das Berg- Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate Bd. IX. 1861* von dem älteren Brathuhn in einer Abhandlung *„Beschreibung eines Visirapparates zur Messung horizontaler Winkel mit dem Grubenkompass"* erörtert und insbesondere auch auf die Vorzüge hingewiesen worden, welche die Zugmessung in ablenkendem Gebirge mit diesem Visirinstrument gegenüber dem Ziehen mit Kreuzschnüren und dem Doppelhängezeug bietet.

Zu der vorliegenden neuen (?) Konstruktion mag noch bemerkt werden, dass die Anwendung von Diopteru bei Grubenmessungen grosse Unbequemlichkeit bietet, da, wie der Verfasser selbst sagt, das Visiren mit Diopteru in der Grube nur möglich ist, „wenn der Gehilfe eine Lampe über dem Haupte des Visirenden hält" und mit derselben den innen versilberten Theil des Objektivdiopters beleuchtet. Die Anwendung eines kleinen Fernrohrs oder Linsendiopters ist auch sonst wegen der grossen Visirschärfe und Helligkeit des Fernrohrbildes den veralteten Diopterflügeln entschieden vorzuziehen und das um so mehr, als sich mit einem kippbaren Visirrohr ein Höhenbogen zum Messen der Neigungswinkel in einfacher Weise verbinden lässt. *M. Sch.*

Neuer Heberextraktionsapparat aus Glas.

Von J. T. Willard und G. H. Failyer. *Chem. News.* ***64.*** *194.*

Von dem Soxhlet'schen Extraktionsapparat unterscheidet sich der von den Verfassern beschriebene Apparat durch grössere Einfachheit der Konstruktion. Der mittlere Theil desselben, in welchem die Extraktion stattfinden soll, steht nach unten mit dem die Extraktionsflüssigkeit enthaltenden Kochkolben, nach oben mit dem Kühlrohr durch Schliffe in Verbindung. Das Mittelstück trägt seitlich nach unten, gleichsam wie eine Tasche, ein röhrenförmiges Ansatzstück, in welches die zu extrahirende Substanz, in Fliesspapier gepackt, gebracht wird. Auf dem Grunde dieses Gefässtheiles mündet der kürzere Arm eines Hebers, dessen längerer Arm durch das Mittelrohr hinab bis in die Kochflasche reicht. Die aus dieser sich entwickelnden Dämpfe werden im Kühlrohr verdichtet; das untere Ende des letzteren ist so ausgezogen, dass die zurücktropfende Extraktionsflüssigkeit auf die in der Seitentasche des Apparates befindliche zu extrahirende Substanz fliesst. Hat die Flüssigkeit über der letzteren eine gewisse Höhe erreicht, so tritt der Heber in Wirksamkeit. Derselbe hat mit Ausnahme einer geringen Erweiterung an der Biegungsstelle höchstens 2 *mm* lichte Weite; in Folge der Kapillarität steigt daher die Flüssigkeit im Heber eher bis an die Biegung, als bis sie den Rand des eigentlichen Extrahirgefässes erreicht; dieses wird dadurch rasch entleert

und aus dem Kühlrohr aufs Neue gefüllt; dies Spiel wiederholt sich in regelmässiger Aufeinanderfolge mit grosser Sicherheit. Der Apparat wird meist in mässigen Dimensionen gehalten, etwa so, dass der Inhalt der Kochflasche 100 *ccm* beträgt; doch kann er gelegentlich auch grösser ausgeführt und auch dann noch mit Vortheil verwendet werden.

F.

Neu erschienene Bücher.

J. Violle, Lehrbuch der Physik. Deutsche Ausgabe von Dr. E. Gumlich, Dr. L. Holborn, Dr. W. Jäger, Dr. D. Kreichgauer, Dr. St. Lindeck, Assistenten an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Verlag von J. Springer. Berlin. I. Band. 5 Lieferungen à M. 2,00.

Dies Werk, welches in Frankreich schon vor seiner Vollendung eine grosse Verbreitung gefunden hat, wird aus vier Theilen bestehen: I. Mechanik, II. Akustik und Optik, III. Wärme, IV. Elektrizität und Magnetismus. Von diesen sind im Original zwei Bände, die „Mechanik“ und die „Akustik“ erschienen, während die „Optik“ sich im Druck befindet. Die Reichhaltigkeit des Inhalts und die fesselnde Darstellung, besonders bei der Beschreibung der historischen Entwicklung wissenschaftlicher Probleme sind besondere Vorzüge dieses Lehrbuches, so dass dasselbe eine willkommene Ergänzung der auf diesem Gebiete bereits vorhandenen Werke bildet. Viele Abbildungen unterstützen die klare Beschreibung der Apparate und Versuche. Auf das praktische Bedürfniss und die Forderungen der Technik wird mehr, wie sonst in Lehrbüchern üblich, Rücksicht genommen; auch bilden zahlreiche Tabellen und eingehende Literaturangaben eine sehr schätzenswerthe Beigabe des Buches. Bei den theoretischen Betrachtungen wird nur das für das Verständniss der Versuche und Probleme Nöthige berücksichtigt; doch ist dabei die Kenntniss der höheren Mathematik vorausgesetzt.

Die beiden Bände des ersten Theils erscheinen in je 5 Lieferungen (etwa 30 Bogen). Vom ersten Bande: „Allgemeine Mechanik und Mechanik der festen Körper“ liegen bis jetzt 4 Lieferungen vor. Als Einleitung enthalten dieselben „Die Wahrscheinlichkeitsrechnung und die Methode der kleinsten Quadrate“, welche durch Beispiele eingehend erläutert wird. Dann folgt im ersten Abschnitt: „Allgemeine Gesetze und Eigenschaften der Materie“ zunächst ein Kapitel über „Allgemeine Mechanik“, enthaltend die „Kinematik“, „Statik“ und „Dynamik“ von Punkten und Systemen mit den allgemeinen Sätzen über Kraft, Energie, Potential u. s. w. Das zweite Kapitel behandelt die „Schwere“ und die dazu gehörigen Erscheinungen und Apparate: Fallmaschinen, Pendel und seine Anwendung, Waage und endlich die allgemeine Gravitation, die Veränderung der Schwere mit Breite und Höhe, die Lothabweichung, die Dichte der Erde u. s. w. Im dritten Kapitel werden die allgemeinen Eigenschaften der Materie besprochen: Undurchdringlichkeit, Ausdehnung, Kompressibilität, Theilbarkeit und im Anschluss daran die verschiedenen Messgeräthe: Nonius, Messkeil, Komparator, Kathetometer, Theilmaschine u. s. w. Der zweite Abschnitt „Haupteigenschaften der festen Körper“ beginnt in der vierten Lieferung; das erste Kapitel behandelt die Struktur der Körper, die Krystallsysteme u. dergl. Das zweite die Theorie und die Versuche der Elektrizitätslehre. Den Schluss dieses Abschnittes wird die fünfte Lieferung des ersten Bandes bilden. (Inzwischen erschienen. D. Red.)

Nach dem Inhaltsverzeichniss des Prospekts wird der zweite Band, der auch im Laufe dieses Jahres erscheinen soll, die Mechanik der festen und gasförmigen Körper enthalten.

E. Br.

Generalregister der Jahrgänge I bis X (1881 bis 1890) der Zeitschrift für Instrumentenkunde. Von Dr. A. Westphal. Berlin, Julius Springer. M. 4,00.

Das soeben erschienene Generalregister für die ersten zehn Jahrgänge dieser Zeitschrift dürfte unseren Lesern eine willkommene Unterstützung bei dem lästigen Suchen

und Zeit raubenden Nachschlagen nach früheren Arbeiten bieten. Das Generalregister ist auf Grund vollständiger Neubearbeitung der einzelnen Jahresregister nach einem einheitlichen Plane zusammengestellt, welcher das Aufsuchen wesentlich erleichtert. Der Preis ist bei dem Umfange des Registers (76 Seiten) und bei der mit seiner Aufstellung verbundenen umfangreichen Arbeit ein geringer zu nennen.

E. Heinemann. Ueber thermische Nachwirkung von Zinkstäben. Lyck. M. 1,50.
V. Legros. Eléments de photogrammétrie. Paris. M. 4,50.
P. E. Liesegang. Handbuch des praktischen Photographen. 1043 S. mit 315 Abbildungen. Düsseldorf. M. 15,00.
H. W. Vogel. Handbuch der Photographie. Theil IV: Photographische Kunstlehre oder die künstlerischen Gesetze der Lichtbildnerei.
C. Pietsch. Katechismus der Feldmesskunst. 5. Auflage. Leipzig. J. J. Weber. M. 1,50.
H. Fourtier. L'astrophotographie. Paris. M. 1,50.
J. M. Eder. Die photographischen Objektive, ihre Eigenschaften und Prüfung. Halle. M. 6,00.
G. Kapp. Elektrische Kraftübertragung. Deutsche Ausgabe. Dr. L. Holborn und Dr. K. Kahle. Berlin. Julius Springer. M. 7,00.
J. Roberts. *Handbook of weights and measures.* Dublin. M. 4,80.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin.

Sitzung vom 6. Oktober 1891.

Herr Haensch jun. führt ein Spektralphotometer nach Lummer-Brodhun vor, dessen Beschreibung in dieser Zeitschrift demnächst veröffentlicht werden soll. — Herr Stückrath empfiehlt die Beck'sche Härtemasse, mit welcher er in seiner Werkstatt hervorragende Resultate erzielt hat. (Vgl. hierüber: *Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik. No. 8.*)

Die Versammlung wählt zu Vertretern der Abtheilung Berlin in den Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik die Herren Kommerzienrath Doerffel, Handke, Raabe und Stückrath. Endlich wird beschlossen, Herrn von Helmholtz bei der Feier seines 70. Geburtstages einen Farbenmischapparat zu überreichen.

Sitzung vom 3. November 1891.

Herr Handke berichtet, dass am vorhergegangenen Tage die Herren Haensch und Stückrath sowie er selbst Herrn von Helmholtz einen Farbenmischapparat mit einer Ansprache überreicht haben, in welcher die Verdienste des Jubilars um die Entwicklung der Mechanik gefeiert wurden; derselbe habe sichtlich erfreut gedankt und hinzugefügt, dass ihm dieses Geschenk um so erwünschter sei, als er in nächster Zeit sich wiederum mit Untersuchungen über Farben zu beschäftigen gedenke. (Der Apparat wird in einer der nächsten Nummern dieser Zeitschrift ausführlich beschrieben werden. D. Red.) Darauf spricht Herr Blaschke über H. von Helmholtz und sein Wirken.

Sitzung vom 23. November 1891.

Herr Dr. Lindeck spricht über elektrische Kraftübertragung mit besonderer Berücksichtigung der Anlage Lauffen-Frankfurt a. M. Der Vortragende beleuchtet die Vor- und Nachtheile des Betriebes mit Gleichstrom und mit Wechselstrom, erläutert das Wesen des Mehrphasenstroms und giebt eine Darstellung der bei oben genannter Uebertragung angewandten Einrichtungen.

Hierauf wird über die Betheiligung an der Weltausstellung in Chicago berathen. Herr Kommerzienrath Doerffel theilt mit, dass er Namens der Gesellschaft mit dem Kommissar des Deutschen Reichs, Herrn Geh.-Rath Wermuth, über diese Frage verhandelt habe; derselbe wolle zur Vermeidung von Unregelmässigkeiten, wie sie in Melbourne im Jahre 1884 vorgekommen seien, eine Versicherung der Ausstellungsgegenstände gegen Unfälle auf dem Transport und gegen Diebstahl bewirken; er sei ferner bereit, eine Reihe von Firmen, welche von der amerikanischen Regierung empfohlen seien, behufs Wahl eines geschäftlichen Vertreters zu nennen, falls die Gesellschaft einen solchen nicht unter den dortigen Fachgenossen finde. Der Vortragende wies ferner darauf hin, dass eine Betheiligung an der geplanten Weltausstellung sowohl mit Rücksicht auf den Export nach Nord- und Süd-Amerika, sowie Ostasien, als auch wegen des Erscheinens der englischen und französischen Konkurrenz geboten sei. Es seien bedeutende Transport- und Zoll-Erleichterungen gewährt; die ausgestellten Gegenstände würden auf zwei Jahre geschützt sein, so dass während dieser Zeit ihre Patentirung in den Vereinigten Staaten ermöglicht sei. Die deutsche Regierung wünsche bis zum Anfange des nächsten Jahres einen Ueberblick über die voraussichtliche Betheiligung zu erhalten, und ersuche daher, vorläufige Erklärungen hierüber ihr bis dahin zukommen zu lassen. Schliesslich gab der Vortragende an der Hand von Skizzen und Zeichnungen einen Ueberblick über die geplanten Baulichkeiten. Herr Direktor Dr. Loewenherz theilte mit, dass der Vorstand der Gesellschaft die von dem Herrn Reichskommissar gebotenen Garantien für genügend erachtet habe und gemäss dem vom diesjährigen Mechanikertage gefassten Beschlusse eine Gesammtausstellung der deutschen Mechaniker und Optiker vorbereiten werde; in kürzester Frist werde ein Rundschreiben mit der Aufforderung zur Betheiligung und zu vorläufiger Anmeldung versandt werden. (Ist inzwischen geschehen. D. Red.) Herr Regierungs-Assessor Richter fordert als Vertreter des Herrn Reichskommissars zur Betheiligung unter Hinweis auf die Wichtigkeit der Ausstellung auf; die Regierung der Vereinigten Staaten käme den Wünschen der deutschen ausserordentlich weit entgegen; so sei vor Kurzem zugestanden worden, dass auch die Ausstellung von dort patentirten Gegenständen nicht als Verletzung der amerikanischen Patentgesetze angesehen werden solle; Platzmiethe werde auch in dem vom Deutschen Reiche zu errichtenden Gebäude nicht erhoben werden. — Die Versammlung beschliesst, die Beschickung der Weltausstellung in Chicago zu empfehlen.

Sitzung vom 1. Dezember 1891.

Nach einigen technischen Mittheilungen der Herren Sprenger und Grimm werden mit der Vorbereitung der nächsten Vorstandswahlen betraut die Herren Doerffer, Grimm, Haensch jun., Seidel und Thate, mit der Revision der Kasse die Herren Himmler und Krüger. *Bl.*

Patentschau.

A. Patentanmeldungen.

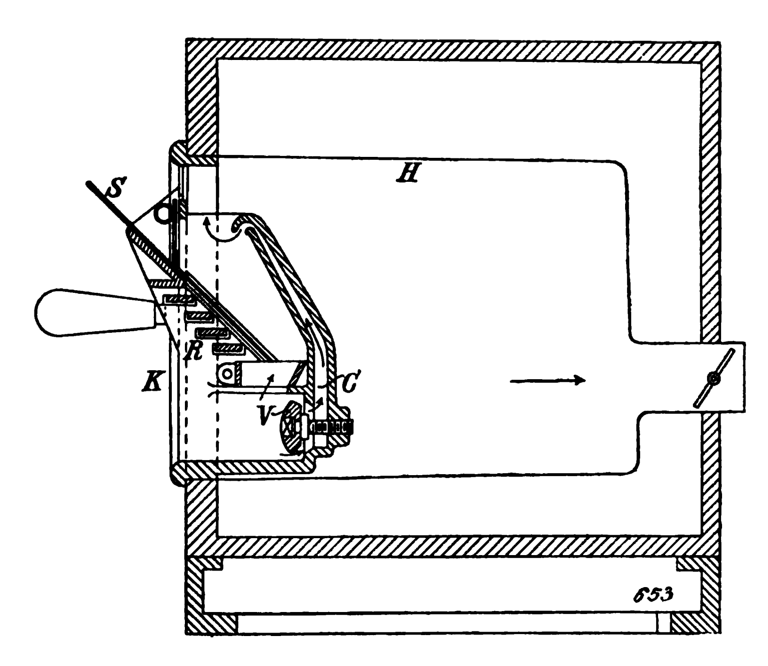
Auszüge aus den beim K. Patentamte ausgelegten Patentanmeldungen. Berichterstatter: Patentanwalt A. Barczynski in Berlin W., Potsdamerstr. 128.

Neuerung an Kalorimetern. Von M. Arnd in Aachen. A. 2887. III. Kl. 42. Einspruchsfrist vom 26. November 1891 bis 31. Januar 1892.[1])

Den Gegenstand der Neuerung bildet die in das Heizrohr *H* eingesetzte leicht ausziehbare Verbrennungskammer *K*. Dieselbe gestattet in Folge ihrer Gesammtkonstruktion während des Versuchs eine bequeme Beobachtung des Feuers und sorgfältige Bedienung desselben zum Zwecke reiner und rauchfreier Verbrennung des zu prüfenden Brennstoffes.

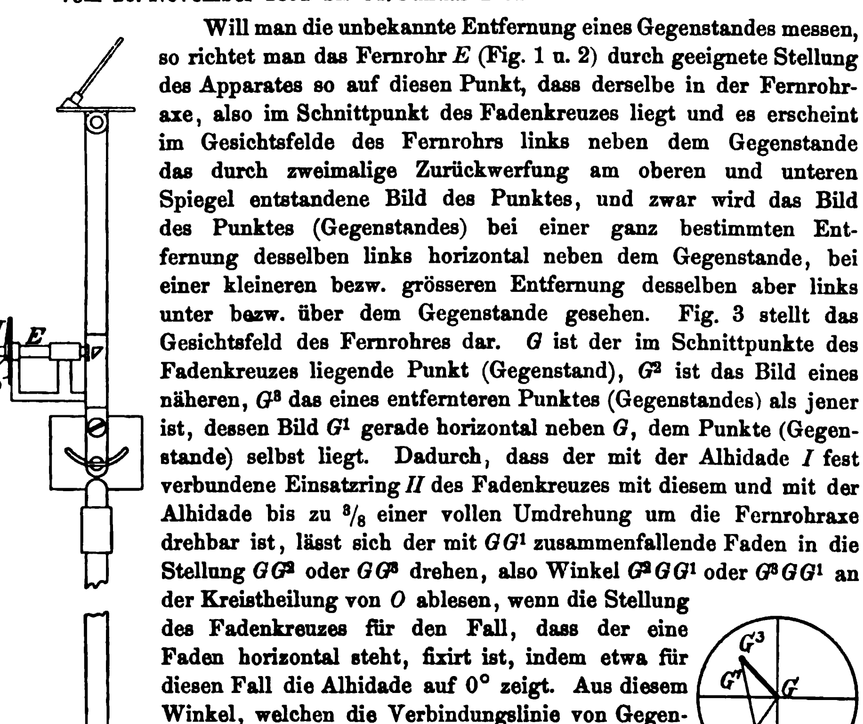
[1]) Etwaige nach Ablauf der Einspruchsfrist beim Patentamte eingehende Beschwerden werden zwar dem Einsender gegenüber formell zurückgewiesen, doch kommt der materielle Inhalt des Einspruchs in der etwa 4 Wochen nach Ablauf der Einspruchsfrist stattfindenden Spruchsitzung zur Erwägung.

Nach beendetem Versuch wird die Kammer K ausgezogen und es kann sodann das Heizrohr H des Kalorimeters zunächst von anhaftendem Russ u. s. w. gereinigt werden. Im Weiteren aber können in der auf einen Versuchstisch gelegten Kammer K die für die Ermittlung des Heizwerthes wichtigen Rückstände des verbrannten Stoffes mit grösster Genauigkeit festgestellt werden.



Beansprucht wird das Patent auf ein zur Bestimmung des Heizwerthes von Brennstoffen dienendes Kalorimeter mit ausziehbarer, aus Treppenrost R und dem Luftkanal C bestehender Verbrennungskammer K, bei welcher der Luftzutritt durch den Rost mittels des verstellbaren Schiebers S regulirt wird, der Luftzutritt durch den Kanal C vermittels des Ventils V.

Entfernungsmesser ohne Latte. Von J. Groll in Amberg. G. 6904. III. Kl. 42. Einspruchsfrist vom 26. November 1891 bis 31. Januar 1892.



Will man die unbekannte Entfernung eines Gegenstandes messen, so richtet man das Fernrohr E (Fig. 1 u. 2) durch geeignete Stellung des Apparates so auf diesen Punkt, dass derselbe in der Fernrohraxe, also im Schnittpunkt des Fadenkreuzes liegt und es erscheint im Gesichtsfelde des Fernrohrs links neben dem Gegenstande das durch zweimalige Zurückwerfung am oberen und unteren Spiegel entstandene Bild des Punktes, und zwar wird das Bild des Punktes (Gegenstandes) bei einer ganz bestimmten Entfernung desselben links horizontal neben dem Gegenstande, bei einer kleineren bezw. grösseren Entfernung desselben aber links unter bezw. über dem Gegenstande gesehen. Fig. 3 stellt das Gesichtsfeld des Fernrohres dar. G ist der im Schnittpunkte des Fadenkreuzes liegende Punkt (Gegenstand), G^2 ist das Bild eines näheren, G^3 das eines entfernteren Punktes (Gegenstandes) als jener ist, dessen Bild G^1 gerade horizontal neben G, dem Punkte (Gegenstande) selbst liegt. Dadurch, dass der mit der Alhidade I fest verbundene Einsatzring II des Fadenkreuzes mit diesem und mit der Alhidade bis zu $^3/_8$ einer vollen Umdrehung um die Fernrohraxe drehbar ist, lässt sich der mit GG^1 zusammenfallende Faden in die Stellung GG^2 oder GG^3 drehen, also Winkel G^2GG^1 oder G^3GG^1 an der Kreistheilung von O ablesen, wenn die Stellung des Fadenkreuzes für den Fall, dass der eine Faden horizontal steht, fixirt ist, indem etwa für diesen Fall die Alhidade auf 0° zeigt. Aus diesem Winkel, welchen die Verbindungslinie von Gegenstand und Bild mit der durch die Fernrohraxe gehenden Horizontalen einschliesst, und zugleich aus vier Konstanten lässt sich die Entfernung des Gegenstandes berechnen.

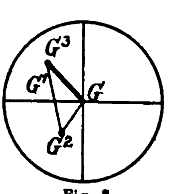
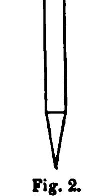


Fig. 3.


Fig. 1. Fig. 2.

Der Patentanspruch lautet auf einen Entfernungsmesser ohne Latte, bestehend aus einem

mit drehbarem Fadenkreuz versehenen Fernrohr, dessen Gesichtsfeld zum Theil durch ein gleichschenklig-rechtwinkliges Prisma mit total reflektirender Hypotenusenfläche verdeckt ist, und einem Spiegel, der auf einem zum Fernrohr senkrecht stehenden Stativrohr von gewisser Länge derart angebracht ist, dass seine Ebene mit der durch Stativrohr und Fernrohr gelegten einen Winkel von etwas mehr als 90° einschliesst, während die Schnittlinie beider Ebenen einen Winkel von etwas über 45° bildet. Im Fernrohr wird das zweimal gespiegelte Bild, je nach der Entfernung, seitlich, über, neben oder unter dem anvisirten Punkt gesehen und der Winkel, den die das Spiegelbild mit dem direkt gesehenen Punkt verbindende Linie mit dem Horizontalfaden bildet, kann durch Drehen des Fadenkreuzes gemessen werden.

Ein Araeometer für die Bestimmung des Zuckergehalts von Harn. Von Dr. med. J. Schütz in Frankfurt a. M. Sch. 7514. III. Kl. 42. Einspruchsfrist vom 26. November 1891 bis 31. Januar 1892.

Der Patentanspruch lautet auf ein zur Ermittlung des spezifischen Gewichtes und des Zuckergehaltes von Harn dienendes Araeometer, bestehend aus einer Glasflasche mit derartig empirisch getheiltem Hals, dass, nachdem die Flasche mit dem zu untersuchenden Harn bis zu einer bestimmten Marke gefüllt ist, die Flasche beim Eintauchen in Wasser das spezifische Gewicht des Harns am Halse ablesen lässt und der Gehalt an Zucker nach Vergährung desselben auf gleiche Weise ermittelt werden kann.

B. Ertheilte Patente.

Photographische Kamera für biegsame Platten. Von Ch. Whitney in Chicago, V. St. A. Vom 4. April 1890. Nr. 56697. Kl. 57.

An der Kamera E ist seitlich ein besonderer, erforderlichenfalls abnehmbarer Sammelraum R angebracht. In diesen Raum wird das bereits belichtete Negativpapier C übergeführt und vermittels einer Schneidevorrichtung F zerschnitten. Der Antrieb der Schneidevorrichtung erfolgt durch ein von der Transportwalze bethätigtes Hebelwerk oder Zahnradgetriebe. Der Verschluss für das Objektiv besteht aus einer mit Oeffnungen versehenen Scheibe D (Fig. 2), die von einer Feder t bewegt wird. Das Spannen der letzteren wird mittels einer Schubstange w und eines Hebels h bewirkt.

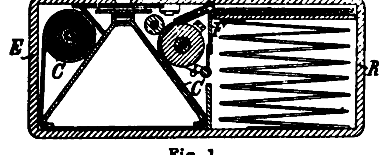


Fig. 1.

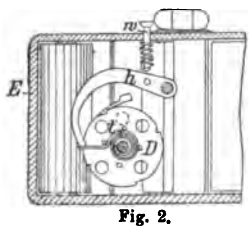
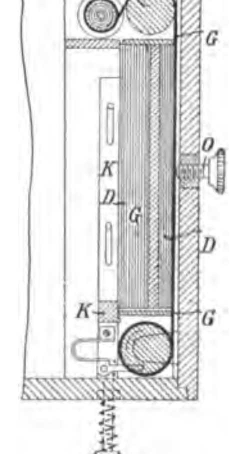
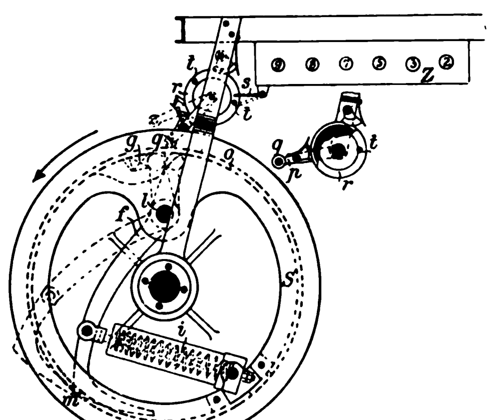


Fig. 2.

Plattenwechselvorrichtung an photographischen Kamera. Von M. A. Wier in Upper Norwood, London. Vom 9. August 1890. Nr. 56707. Kl. 57.

Die Ueberführung der belichteten Platten D aus dem Exponirungsraum in den durch eine verschiebbare Platte von diesem getrennten Ablegeraum wird in der Weise bewirkt, dass zunächst die vordere Platte durch Anheben eines schieberartigen Rahmens K so weit emporgehoben wird, dass sie von der Transportwalze H und Transportband G erfasst werden kann, worauf sie nach Lockerung der Schraube O als letzte in den Ablegeraum geführt wird.





Maschinen-Arbeitsmesser. Von C. Kruse in Berlin. Vom 3. Juli 1890. Nr. 56618. Kl. 42.

Die treibende lose Scheibe drückt mit ihren Knaggen g auf den kurzen Arm eines bei l an der getriebenen festen Scheibe S gelagerten Hebels f, der mit der Messfeder i verbunden ist und unter Spannung dieser Feder gemäss der Kraftabgabe mehr oder minder ausschlägt. Hierbei tritt die Nase m des Hebels f mehr oder

weniger über den Grund o der Scheibenrinne hinaus, auf welchem die Rolle q eines Schalthebels p ruht, der das Zählwerk Z vermittels der Theile $r\ t\ s$ antreibt. Wächst die Umdrehungszahl der Scheibe S, so wächst auch die Zahl der minutlichen Schaltungen, und die Schaltweite nimmt mit der Grösse der übertragenen Kraft ab und zu.

Kegelschnittzirkel. Von C. Hildebrandt in Braunschweig. Vom 17. Juni 1890. Nr. 56560. Kl. 42.

Der Kegelschnitt-Zirkel beruht auf folgenden beiden bekannten Sätzen: 1. Jeder Umdrehungskegel wird von einer Ebene je nach ihrer Lage in einem Kreise, einer Ellipse, Parabel oder Hyperbel geschnitten. 2. Beschreibt man in dem Kegel diejenigen beiden Kugeln, die Kegel und Schnittebene zugleich berühren, so sind ihre Berührungspunkte in der Ebene identisch mit den Brennpunkten des betreffenden Kegelschnittes. Stellt in Fig. 1 $A\ B$ die den Rotationskegel $A\ B\ C$ schneidende Ebene und M den Mittelpunkt einer der beiden einbeschriebenen Kugeln dar, so ist F der eine Brennpunkt des Kegelschnitts. Ferner ist $C\ M$ die Axe des Kegels und $M\ F = M\ D$.

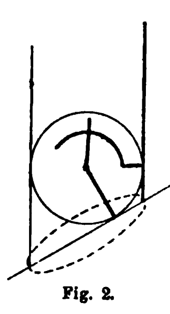


Fig. 2.

Fig. 1.

Setzt man nun den Fuss a des Zirkels vermittels der Spitze F in den einen Brennpunkt der zu zeichnenden Kurve ein, hält ihn in dieser Stellung fest und führt die ein Ganzes bildenden, bei g stellbar verbundenen Glieder $i\ f$ um den Bolzen c als Rotationsaxe herum, so beschreibt der in i leicht verschiebbare Zeichenstift k den Mantel eines Umdrehungskegels, dessen Axe zusammenfällt mit der Axe des Bolzens c. Das untere Ende B des Zeichenstiftes beschreibt folglich bei voller Umdrehung auf der ebenen Zeichenfläche einen Kegelschnitt, dessen einer Brennpunkt, da $M\ F = M\ D$ ist, durch den Punkt F dargestellt wird, und dessen grosse Axe $= A\ B$ ist. Je nach der Stellung des mit dem Fuss a durch ein Gelenk b verbundenen Bolzens c ist dieser Kegelschnitt eine Parabel, eine Ellipse, eine Hyperbel oder ein Kreis; vergl. die Fig. 2 bis 4.

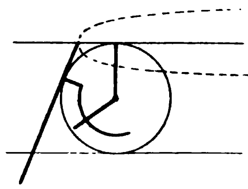


Fig. 3.

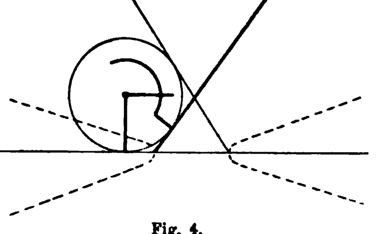
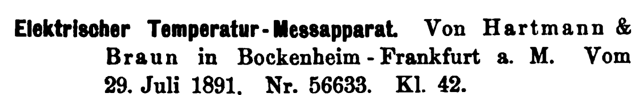
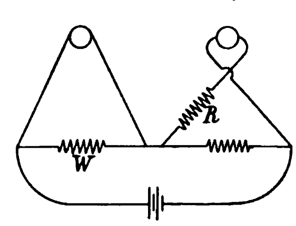


Fig. 4.



Elektrischer Temperatur-Messapparat. Von Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. Vom 29. Juli 1891. Nr. 56633. Kl. 42.

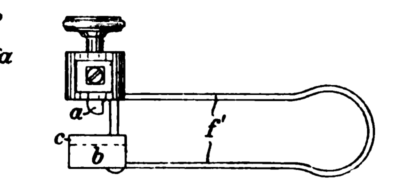


Dieser Wärmemesser beruht auf der Wiederstandsänderung eines Elektrizitätsleiters mit der Temperatur. Im Gegensatz zu anderen, ähnliche Zwecke verfolgenden Anordnungen sind hier zwei Widerstände W und R, die gleichzeitig der zu messenden Temperatur ausgesetzt werden und beide möglichst aus demselben homogenen Material — am besten einem reinen Metall von hohem Temperaturkoeffizienten — bestehen, so geschaltet, dass für die Empfindlichkeit der Messung die Summe der Temperaturkoeffizienten der beiden Leiter in Betracht kommt. In ganz ähnlicher Weise kann man auch unter Benutzung der Wheatstone'schen Brückenschaltung die Empfindlichkeit eines Widerstandsthermometers verdoppeln, wenn man nicht etwa zwei nebeneinander liegende, sondern zwei einander gegenüberliegende Brückenzweige für das Thermometer in Anspruch nimmt.

Vorrichtung zum Entfernen der Umhüllung von Leitungsdrähten. Von O. May in Frankfurt a. M. Vom 18. November 1890. Nr. 56650. Kl. 21.

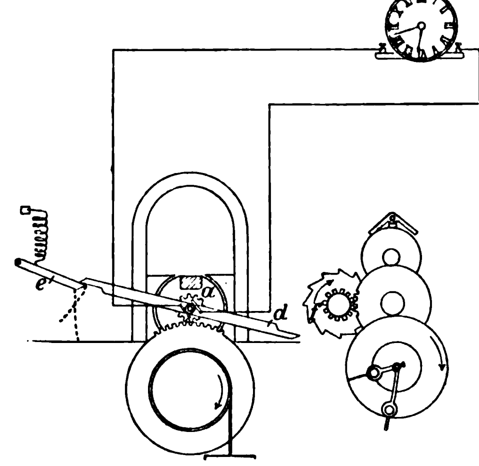
Ein mit einer Rinne c versehener Block b ist mit einem beweglichen Messer a, dessen

Schneide in der Längsrichtung der Rinne steht, derart federnd verbunden, dass beim Niederdrücken des Messers gegen den Draht während des Durchziehens desselben durch die Rinne die Drahtumhüllung der Länge nach aufgeschnitten wird. Es soll durch diese Vorrichtung ermöglicht werden, die Isolirhülle bequem und schnell vom Drahte zu entfernen, ohne mit dem Messer einen Schnitt quer zur Längsrichtung des Drahtes zu führen, wodurch letzterer leicht geritzt und daher brüchig wird. Die federnde Verbindung zwischen Block *b* und Messer *a* kann durch eine Schraubenfeder *f* oder einen gebogenen federnden Metallstreifen *f'* bewirkt werden.



Elektrische Hauptuhr zum Betrieb von Nebenuhren durch Induktionsströme. Von N. Prokhoroff und N. Fahlberg in Kiew. Nr. 56652. Kl. 83.

Mit der durch einen besonderen Motor (Gewicht oder Feder) gedrehten Induktionsrolle *a* ist ein doppelarmiger Hebel *d* verbunden, der durch den Eingriff in ein dem eigentlichen Räderwerk der Hauptuhr zugefügtes Rad *f* in gleichen Zeitabschnitten freigegeben wird, wobei ein Induktionsstrom in die Leitung gesandt wird. Nach einer halben Umdrehung wird der Hebel wieder gehemmt. Ein unter Einwirkung einer Spiralfeder stehender Hebel *e* fängt den Hebel *d*, bevor er eine halbe Umdrehung vollendet hat, zu dem Zwecke ab, einen stossfreien Eingriff seines Endes in das Zahnrad *f* herbeizuführen.



Elektrischer Kompass mit Kursverzeichner. Von J. Ritter von Peichl in Fiume. Vom 22. August 1890. Nr. 56519. Kl. 42.

Fig. 1.

Die Magnetnadel *G* (Fig. 1) trägt einen mit einem Pole einer galvanischen Batterie verbundenen Kontaktarm *a*, während an der Kompassbüchse zwei Kontaktstücke *X* als Enden vom anderen Pole abgehender Zweigleitungen sitzen. Jede Zweigleitung enthält einen Elektromagneten *E* (Fig. 2), durch dessen Ankerhebel ein Wendegetriebe verstellt wird, um die Welle *C* nach jeder Herstellung eines Kontaktes zwischen *a* und *X* derart mit einem Gewichts- oder sonstigen Motor zu kuppeln, dass diese Welle in dem der Schiffsdrehung entgegengesetzten Sinne gedreht und dadurch der Kontakt wieder aufgehoben wird. Auf diese Weise wird der Kompass zur neuerlichen Funktion bereit gestellt. Um den gesteuerten Kurs zu verzeichnen, ist mit der Welle *C* eine Walze *M* verbunden, längs welcher ein Schreibstift mit gleichmässiger Geschwindigkeit fortbewegt wird.

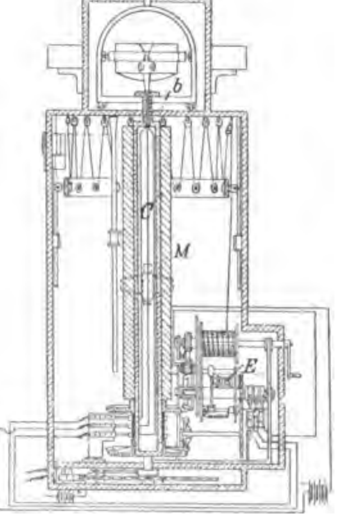
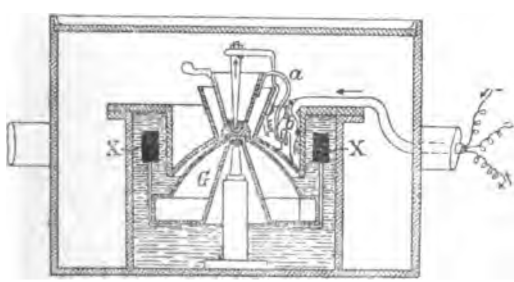


Fig. 2.



Fluidkompass mit elektrischer Einrichtung. Von J. Ritter von Peichl in Fiume. Vom 22. August 1890. Nr. 57277. Kl. 42.

Dieser Fluidkompass ist gekennzeichnet durch einen glockenförmigen, leicht drehbaren

Schwimmer *G*, welcher die in der Flüssigkeit liegenden Magnetnadellamellen *X* und ausserhalb der Flüssigkeit einen leitenden Arm *a* trägt. Dieser Arm spielt derart zwischen zwei am Deckel des Flüssigkeitsbehälters befestigten Kontaktstücken *b*, dass derselbe bei einer Kursänderung des Schiffes mit einem der Kontaktstücke in Berührung kommt. Hierdurch wird der Strom gegeben, der zu einer entfernt liegenden Anzeigevorrichtung geleitet wird. Die beschriebene Einrichtung der Theile des Kompasses ermöglicht die vortheilhafte Anordnung der beiden Kontakte *a*, *b* in der Horizontalebene der Nadel.



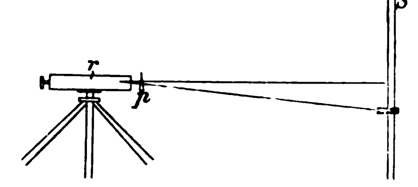
Ruhende Ankerhemmung. Von Gebr. Meister in Berlin. Vom 6. September 1890. Nr. 56814. Kl. 83.

Um dem Pendel bei einem Hin- und Hergang nur einmal einen Anstoss zu ertheilen und dadurch einen geregelteren Gang der Uhr herbeizuführen, ist der Anker der Graham'schen Hemmung derart abgeändert, dass nur eine Klaue Hebungsfläche und Ruhefläche zugleich besitzt, die andere dagegen nur eine Ruhefläche *c a*. Das Pendel empfängt seinen Anstoss mittelbar, indem bei der Hebung das an der Ankeraxe befestigte Gewicht gehoben wird, und dieses sodann, wenn der jeweils wirkende Steigradzahn von der Hebungsfläche *b d* abgeleitet, durch den bei *m* einseitig anliegenden Mitnehmer (Ankergabel) auf das Pendel drückt.

Zeiger - Metallthermometer. Von C. Admiraal in Ryp, Nord - Holland. Vom 10. Juli 1890. Nr. 56865. Kl. 42.

Das aus den Metallstreifen *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F* und *G*, *H*, *J*, *K*, *L*, *M*, *N* bestehende System ist an seinem einen Ende an einem Winkel *w* befestigt, welcher auf die Rückwand des Gehäuses *O* geschraubt ist; das andere Ende des Systems wirkt, indem es sich ausdehnt oder zusammenzieht, auf einen Bügel *b*, welcher seinerseits im Punkte *p* auf einen Hebel *h k* einwirkt. Das Ende *h* dieses Hebels ist durch einen dünnen Streifen Bandstahl *l* am Gehäuse befestigt, während das andere Ende *k*, welches einen Zahnradsektor *z* trägt, ein kleines Zahnrädchen *x* in Drehung versetzen kann. Auf der Axe dieses Zahnrädchens *x* ist der Zeiger *y* befestigt, welcher auf einer Skale die Temperatur anzeigt.

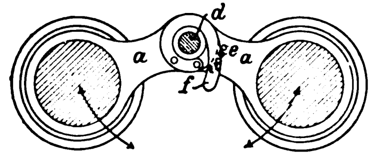
Entfernungsmesser mit Latte. Von A. Barr in Glasgow und W. Stroud in Leeds, England. Vom 21. September 1890. Nr. 57027. Kl. 42.



Ein mit einem Fadenkreuz ausgerüstetes Fernrohr *r* trägt in passender Weise ein bewegliches Prisma, welches vor das Fernrohr gebracht, das Bild der Skalenlatte *S* um ein bestimmtes Maass ablenkt. Um die Entfernung zu ermitteln, wird vorerst eine Ablesung ohne Prisma gemacht, sodann wird das Prisma eingeschaltet und zum zweiten Mal an der Latte abgelesen. Aus dem Unterschied der beiden Ablesungen ergiebt sich die gesuchte Entfernung.

Das Ablenkungsprisma kann auch so angeordnet sein, dass es nur die Hälfte des Objektivs bedeckt, in welchem Falle es einer Bewegung des Prismas nicht bedarf.

Doppelfernrohr mit einstellbarem Axenabstand. Von Firma G. Rodenstock in München. Vom 5. August 1890. Nr. 57407. Kl. 42.



Das Doppelfernrohr ist so eingerichtet, dass seine beiden Theile *a* um die Axe *d* gegen einander bewegt und in jeder Lage festgestellt werden können. Dies kann durch Klemmschrauben, Schnappfedern u. dergl. geschehen. In der Figur dient dazu eine Feder *f*, welche mit einem Sperrstift versehen ist, der in eines der Löcher *e* greift. Die Feder ist an dem einen Halbtheil, die Löcher sind im anderen Halbtheil des Fernrohres angebracht.

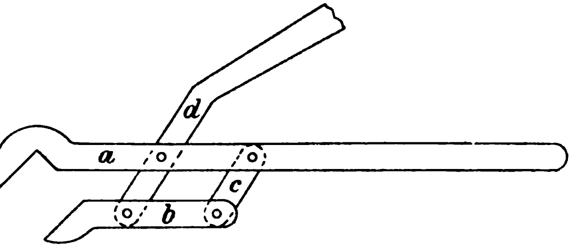
Vorrichtung zum Senkrechthängen eines Instrument- oder Absteckstabes. Von Gögler in Strassburg, Elsass. Vom 20. Dezember 1890. Nr. 57438. Kl. 42.

Der Stab *s* oder ein Stativ gebräuchlicher Art ist mit einem Kreuzgelenk versehen, an welchem zwei Klemmhebel angeordnet sind, zwischen denen der senkrecht zu hängende Stab so befestigt wird, dass er sich vermöge seines Eigengewichtes lothrecht stellt.

Apparat zur Bestimmung von Höhenunterschieden nach Art der Schlauchwaage. Von W. Seibt und R. Fuess in Berlin. Vom 22. Oktober 1890. Nr. 57718. Kl. 42.

Die beiden Theile der Schlauchwaage sind je auf einem Maassstab *A* verschiebbar und mit einer mikrometrischen Vorrichtung *M* (Ablesemikroskop oder dergl.) versehen, vermittels welcher die genaue Einstellung von *C B* auf *A* erfolgt. Hierbei muss *M* auf die Kuppe oder eine Marke des in *C* befindlichen Schwimmers gerichtet sein. Der Höhenunterschied wird dann an *A* ermittelt.

Mutterschlüssel mit selbthätig verstellbarer Maulweite. Von F. Laesecke in Leipzig. Vom 14. September 1890. Nr. 57355.



Die Backen *a* und *b* werden durch die Gelenkverbindung *c* und *d* beim Oeffnen bezw. Schliessen der Zange parallel von bezw. gegen einander bewegt, um Muttern verschiedener Grösse zu fassen.

Brillen- oder Kneifergestell. Von N. Lazarus in London. Vom 11. Dezember 1890. Nr. 57828.

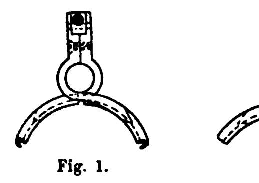
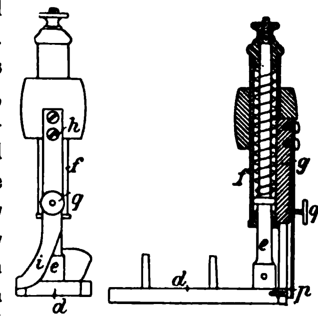


Fig. 1. Fig. 2.

Damit verschieden grosse Gläser in eine Brille oder ein Kneifergestell passen, ist dasselbe zu einer federnden Schleife gebogen, oder es trägt, an betreffender Stelle aufgeschnitten, eine aufgelöthete Feder, die entweder aus einem Stück (Fig. 1) oder zwei solchen (Fig. 2) besteht. Das Gestell drückt daher federnd auf das eingesetzte Glas.

Absteckgeräth zum Zeichnen von Karten und dergl. Von H. Friedel in Düsseldorf. Vom 3. Februar 1891. Nr. 57890. Kl. 42.



Die Einrichtung soll die Absteckn adel beweglicher als bei den bekannten Apparaten machen und gleichzeitig gestatten, die eingestochenen Punkte zu sehen. Zu dem Zwecke ist die Fussplatte *d* dieses Instruments mit einem Doppelnonius versehen und trägt an der einen Seite eine vertikal stehende Säule *e*, welche als Führung für die Hülse *f* dient. Diese ist mit einem Ansatz *g* versehen, an welchem die Nadel *i* durch die Schrauben *h* und *q* befestigt ist. Die Nadel ist messerartig geformt und bildet unten eine vertikal stehende Schneide, vermittels welcher das Einstellen an der Eintheilung sehr genau erfolgen kann. Die Nadel wird durch eine Spiralfeder hochgehoben und gleichzeitig auch gegen die Justirschraube *p* gedrückt.

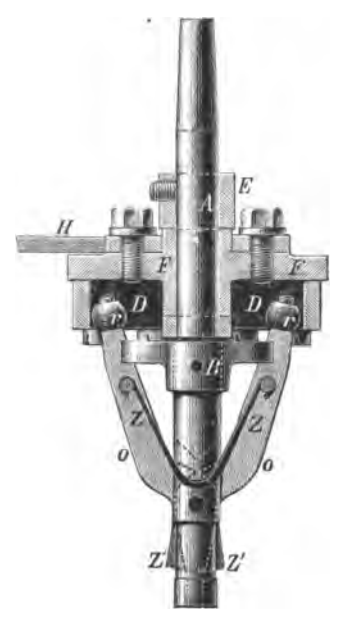
Für die Werkstatt.

Grafton's verbessertes Bohrwerkzeug. *Engl. Mechanic and World of Science.* ***53.*** *S. 541. (1891.)*

Das a. a. O. beschriebene Werkzeug dient zum Ausarbeiten von runden Löchern auf eine beliebige eckige Form. Dasselbe besteht aus einem mit einer Spindel rotirenden zangenartigen Instrument, dessen freistehende kürzeren Arme die Schneidemesser tragen, während die längeren der Spindel zugewendeten, stets durch Federn nach aussen gepressten Arme an ihren Enden mit kugeligen Röllchen versehen sind. Diese bewegen sich während der Drehung der

Spindel längs der Innenwand eines feststehenden Façonringes, dessen Form der Gestalt des zu erzeugenden Loches angepasst ist. Durch die dadurch veranlasste radiale Verstellung der Rollenarme wird eine entsprechende Verstellung der Schneidemesser gegen die Axe der Spindel bewirkt.

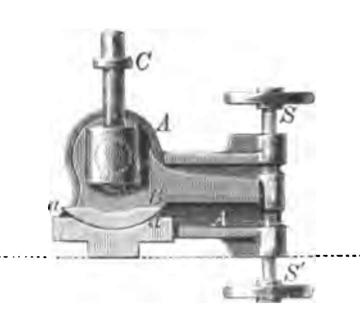
In der nebenstehenden Figur ist *A* die in die Bohrspindel einzusetzende Spindel, welche an ihrem freien Ende geschlitzt ist, und den Zapfen der Zange *Z* aufnimmt, deren freie Enden die Messer *Z'* tragen. Auf *A* ist der Mitnehmer *B* befestigt, welcher die Arme der Zange *Z* zwingt, an der Rotation der Spindel theilzunehmen, zugleich aber eine radiale Bewegung derselben ermöglicht. Eine solche wird dadurch hervorgerufen, dass die Röllchen *r r*, die auf den Enden der Zangenarme *Z* sitzen, mittels des Druckes von zwei Federn *o* stets gegen die inneren Wände eines Bohrringes *D* gepresst werden, welcher an der Rotation der Spindel nicht Theil nimmt, sondern auf einem auf der Spindel *A* drehbaren, gegen Verschiebungen in der Richtung der Spindelaxe durch einen Stellring *E*, gegen Drehung durch einen festen Arm *H* gesicherten Zwischenstücke *F* befestigt ist. Entsprechend der Gestalt des Bohrringes *D* treten die Messer *Z'* während der Rotation mehr oder weniger aus der Spindel heraus und erzeugen so ein der Form des Bohrringes *D* entsprechendes Loch.



Das beschriebene Werkzeug dient sonach lediglich zur Ausarbeitung derjenigen Theile des polygonalen Loches, welche ausserhalb des einbeschriebenen Kreises liegen, wenn man vorher ein Loch von der Grösse dieses Kreises bohrt. Zur Führung des Werkzeuges dient dann ein vor den Schneiden befindlicher, an der Spindel sitzender Zapfen. Da dann bei der Fertigstellung des eckigen Loches nur noch verhältnissmässig wenig Arbeit und zwar lediglich durch einen dem Bohren mit einem Zapfenbohrer entsprechenden Schneideprozess und nicht etwa durch seitliches Schaben zu leisten ist, so arbeitet das Werkzeug schnell und ohne dass die bei anderen Werkzeugen zu gleichen Zwecken meist sehr erheblichen Seitenstösse auf die Spindel hier auftreten könnten. *P.*

Werkzeughalter. *Nach Bayer. Industrie- u. Gewerbeblatt.* **23.** *S. 418. 1891.*

Die in der nebenstehenden Figur dargestellte, von der Parker & Knight Comp. in Baltimore hergestellte Einrichtung soll dazu dienen, dem Drehstahl auch während des Drehens eine veränderte Lage geben und namentlich die Höhenlage der Schneide verändern zu können. Die Vorrichtung wird mit der in der Figur punktirt angedeuteten Fläche auf den Supportschlitten gespannt und trägt in den Fortsätzen eines Armes *A* die mit Handrädern versehenen Schrauben *S S'*. Die Grundplatte enthält eine zylindrische Höhlung *a a*, in welche ein mit Arm versehener Zylinderabschnitt *B* eingelegt ist; die obere Fläche desselben bildet die Auflage für den Drehstahl, der mittels einer Druckschraube *C* festgespannt wird. Letztere durchsetzt einen an einer aufrechten Platte von *B* befestigten Kloben. *B* ist mittels eines zur Zylinderfläche *a a* konaxialen (in der Figur punktirt angedeuteten) Zapfens in der aufrechten Platte des Körpers *A* dreh- und mittels einer Mutter klemmbar. Durch Verstellung der Schrauben *S* und *S'* wird *B* in seinem zylindrischen Lager *a a* und mit seinem Zapfen in dessen Lager gedreht und dadurch die Schneide des herausragenden Werkzeuges sowohl geneigt als ihre Höhenlage verändert.



Die Handhabung des Halters für genaue Einstellung des Stichels in die passende Höhe ist bequem. Dagegen ist die zylindrische Lagerfläche *a a* überflüssig, da einerseits der Drehzapfen zum Festspannen nicht entbehrt werden und andererseits nicht angenommen werden kann, dass der drehbare Theil *B*, wenn sein Zapfen gut passt, auch zugleich sicher in der zylindrischen Schaale *a a* ruht. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. — **H. Haensch**, Beisitzer. — Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XII. Jahrgang. **Februar 1892.** Zweites Heft.

Photometrische Untersuchungen.

Von
Dr. **O. Lummer** und Dr. **E. Brodhun**.
(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

IV. Die photometrischen Apparate der Reichsanstalt für den technischen Gebrauch.

Bei den bisherigen photometrischen Mittheilungen legten wir den Schwerpunkt auf die Beschreibung der neuen Methoden und erläuterten dieselben an Abbildungen, welche nach den in der Werkstatt der Reichsanstalt hergestellten Versuchsapparaten gefertigt waren. Genügten diese Apparate vollkommen für unsere Versuche, so sollten sie doch keineswegs der Technik als Muster zur Nachahmung dienen. Nachdem daher die Methoden genügend erprobt waren, wurde die Einrichtung der Photometer für den Gebrauch des Praktikers ins Auge gefasst. Ein für letzteren geeignetes Instrument muss bei möglichster Billigkeit dauerhaft und stets gebrauchbereit sein. Es war daher unser Bestreben, die bei den Versuchsapparaten jedesmal nothwendigen Einstellungen der einzelnen Theile des Photometergehäuses zu vermeiden und die leichte Verstellbarkeit derselben unmöglich zu machen. Hierzu traten wir in Verbindung mit der Firma Franz Schmidt & Haensch, welche die optischen Würfel der früheren Photometer geliefert hatte; ihr gelang es auch, die Justirung schon durch die Art der mechanischen Bearbeitung zu sichern, sodass das Photometer zum Gebrauch fertig die Werkstatt verlässt und keine beweglichen Theile mehr enthält; die Einzelheiten dieser Einrichtung beschreibt der erste Abschnitt dieser Mittheilung.

Unsere Aufmerksamkeit richtete sich ferner auf die Verwirklichung des Kontrastprinzips in einer übersichtlicheren Form, sodass auch ungeübtere Beobachter sich desselben bedienen können. Durch diese verbesserte Anordnung des Kontrastwürfels wurde erreicht, dass an demselben Photometer gleichzeitig beide Kriterien, sowohl das des Verschwindens wie das des gleichen Kontrastes, auftreten. Davon handelt der zweite Abschnitt der heutigen Mittheilung, an den sich eine kurze Besprechung des Werthes beider photometrischen Kriterien im Fall der Vergleichung verschiedengefärbten Lichtes anschliesst. Im dritten Abschnitte geben wir an der Hand einer Abbildung die Beschreibung der neuen von oben genannter Firma ausgeführten Photometerbank.

Da die Kenntniss der früheren Abhandlungen im Wesentlichen vorausgesetzt werden muss, werden im Folgenden nur die zum Verständniss nothwendigen Einzelheiten wiederholt.

1. Mechanische Justirung des Photometergehäuses.

Zum Gebrauch unseres Photometers auf gerader Photometerbank war die in Fig. 1 (vgl. *diese Zeitschr. 1889. S. 44.*) skizzirte Anordnung gewählt. Lothrecht zur Axe der Photometerbank steht der Schirm ik, welcher gar kein Licht hindurch

lässt und dessen beide Seiten von den Lichtquellen *n* bezw. *m* erleuchtet werden. Das diffuse, von den Schirmseiten λ und *l* ausgehende Licht fällt auf die Spiegel *e* bezw. *f*, welche es senkrecht auf die Kathetenflächen *cb* und *dp* der Prismen *B* und *A* werfen. Der Beobachter bei *o* blickt durch die Lupe *w* senkrecht zu *ac* und stellt scharf auf die Fläche *arsb* ein. Der Schirm *ik*, die Spiegel *e* und *f*, der Würfel *AB* und das Okularrohr *ow* sitzen im Photometergehäuse, welches in gewisser Weise (siehe Fig. 12 a. S. 49) auf dem Schlitten der Photometerbank befestigt ist.

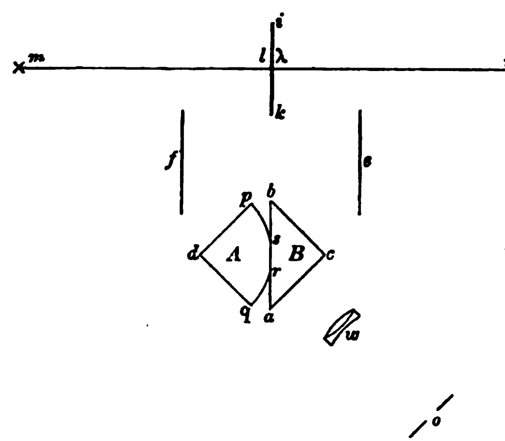


Fig. 1.

Einerseits hat man die im Gehäuse befindlichen Theile, andererseits die Stellung des Gehäuses auf der Bank zu justiren. Das Gehäuse ist in sich justirt, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Die Ebene der Berührungsfläche *rs* (bezw. der Hypotenusenfläche *ab* des Prismas *B*) muss zusammenfallen mit der Ebene *ik* des Schirmes (oder genauer ausgedrückt mit dessen Mittelebene). Wird die gemeinschaftliche Ebene als Symmetrieebene bezeichnet, so muss
2. die Umdrehungsaxe des Gehäuses in der Symmetrieebene liegen und
3. durch die Mitte der Berührungsfläche *rs* und des Schirmes *ik* gehen.
4. Die Kanten der Prismen *A* und *B* sollen senkrecht zur Umdrehungsaxe und parallel zur Symmetrieebene sein, während
5. die Spiegelebenen parallel zur Symmetrieebene liegen sollen, so dass
6. die vier Mittelpunkte der Spiegel, der Fläche *rs* und des Schirmes *ik* in einer zur Symmetrieebene senkrechten Ebene liegen und ein Quadrat bilden. Diese Mittelpunktsebene (der Hauptschnitt) soll enthalten
7. die Okularaxe, die auf der Kathetenfläche *ac* des Prismas *B* senkrecht steht.

Bei der früher beschriebenen Konstruktion wurden diese Bedingungen nach der mechanischen Herstellung erfüllt (*Photom. Unters. I. Diese Zeitschr. 1889. S. 45*). Dazu waren die Theile im Gehäuse beweglich und die Spiegel noch ausserdem um zwei zu einander senkrechte Axen drehbar angebracht. Diese Justirung war langwierig und unbequem, ausserdem aber leicht zerstörbar, da die zur Korrektion dienenden Schrauben aus dem Gehäuse hervorragten. Beide Uebelstände werden vermieden bei der von Herrn Haensch erdachten und ausgeführten Konstruktion (siehe Abbildung des Photometers in Fig. 2), deren Methode wir an Fig. 3 erläutern wollen.

Die Papierebene sei die Ebene des Hauptschnittes; sie enthält also die Umdrehungsaxe *uz* und steht senkrecht auf der Symmetrieebene.

Von der letzteren geht Herr Haensch bei der Herstellung des Gehäuses aus; indem er sie durch die Berührungsfläche zweier etwa 6 *mm* dicken Metallplatten *y* und *t* von 16 *cm* Länge und 6 *cm* Höhe darstellt. Beide Platten werden fest mit einander verankert und auf der Drehbank so montirt, dass die Umdrehungsaxe in ihrer Berührungsfläche liegt. Hierauf dreht man rechts und links soviel ab, dass nur je ein zylindrischer Zapfen stehen bleibt; die Axe dieser Zapfen wird die Umdrehungsaxe *uz* des Gehäuses. Da sie in der Symmetrieebene

liegt, so ist Bedingung 2 erfüllt. Um die für den Schirm *ik* (Fig. 2 u. 3) und die Prismenkombination *AB* nothwendigen Hohlräume herzustellen, trennt man die Platten *y* und *t* von einander und fräst zunächst bei *ik* gleichviel aus beiden Platten, bis die Fassung des Schirmes mit geringer Reibung in die entstandene Oeffnung hineinpasst. Es fällt dann die Mittelebene des Schirmes mit der Symmetrieebene zusammen. Dabei kann leicht dafür gesorgt werden, dass sein Mittelpunkt nach dem Einstecken auf der Axe *uz* liegt. Ausserdem werden beide Platten *y* und *t* bei *cc'* und *dd'* konisch durchbohrt, damit der Schirm von beiden Seiten Licht empfangen kann.

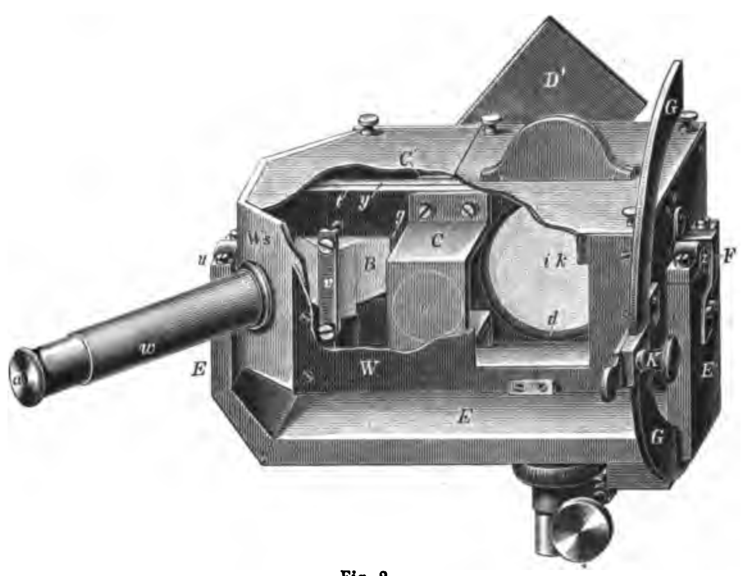


Fig. 2.

Es soll nun in die Berührungsfläche der Platten auch die Berührungsebene der Prismenkombination *AB* bezw. die Hypotenusenfläche des Prismas *B* fallen. Dazu wird aus den Platten *y* und *t* bei *hh'* bezw. *gg'* ein Stück von rechteckigem Grundriss ausgeschnitten, welches sich

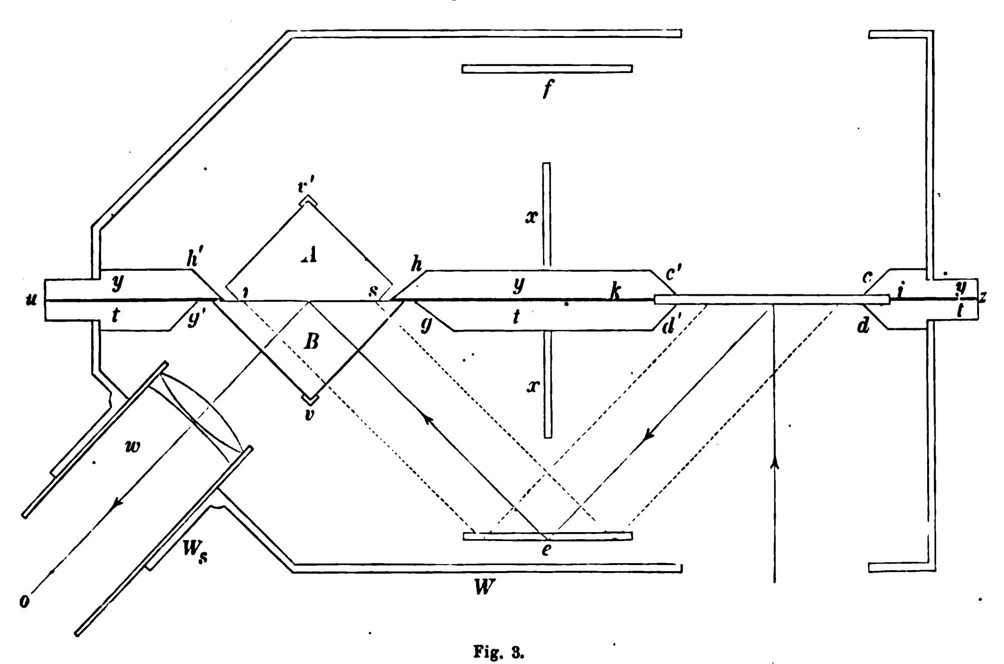


Fig. 3.

ebenfalls von der äusseren zur inneren Fläche verjüngt; den Ausschnitt der Platte *t* auf der Symmetrieebene wählt man etwas grösser als die Hypotenusenfläche des Prismas *B*, den entsprechenden Ausschnitt der Platte *y* etwas kleiner.

4*

Man kann also Prisma B an die vorspringenden Ränder der Platte y anlegen, wodurch seine Hypotenusenfläche in die Symmetrieebene fällt. Um den Prismen die richtige Lage zu geben, sind die rechteckigen Ausschnitte gg' und hh' so gelegt, dass ihre Ränder parallel bezw. senkrecht zur Axe uz laufen, während ihre Mittelpunkte auf letzterer liegen. Man orientirt demnach das Prisma B beim Einlegen nach den Rändern der Ausschnitte und presst es fest gegen die Platte y. Dazu dient die bewegliche Vertikalschiene v des in Fig. 2 sichtbaren Rahmens, welche durch zwei Schrauben angezogen werden kann. Das zweite Prisma A (Fig. 3) ist stets auf seiner Hypotenusenfläche am Rande kugelförmig abgeschliffen. Mit seiner ebenen Fläche rs kann es also gegen Prisma B mittels der zweiten Vertikalschiene v' (in Fig. 2 unsichtbar) so gepresst werden, dass seine Kanten die gewünschte Lage haben. Dadurch sind dann die Bedingungen 1, 3 und 4 erfüllt. Da man beim Beobachten auf die Fläche rs einstellt, so dient der Rand der abgeschliffenen Hypotenusenfläche des Prismas A als Begrenzung des Sehfeldes, falls man den freien Theil der Hypotenusenfläche des Prismas B mit mattem Asphaltlack bestreicht. Dasselbe wird also in jedem Falle ausserordentlich scharf und zwar elliptisch begrenzt erscheinen. Je nachdem der Würfel beim Gleichheits- oder Kontrastphotometer Verwendung findet, wird die ebene Fläche rs von Prisma A verschieden behandelt. Im Folgenden wollen wir der Einfachheit wegen die Abrundung des Prismas A ausser Acht lassen.

Zur richtigen Lagerung der Spiegel e und f dienen zwei hufeisenförmige ⊐ Metallbügel (C u. C' Fig. 2); der Bügel C' ist senkrecht auf die Metallplatte y und der Bügel C senkrecht auf t geschraubt. Jeder derselben wird mit der zugehörigen Metallplatte auf der Planscheibe der Drehbank montirt und am freien Ende parallel zur Plattenebene abgedreht und zwar solange, bis die Entfernung zwischen der auf der Planscheibe liegenden Fläche der Platte und dem freien Ende des Bügels gleich ist dem halben Abstand (δ) der Mittelpunkte des Schirmes ik und der Würfelfläche rs. Gehen die Symmetrieaxen der Bügel durch die Mitte des Abstandes δ und werden die Spiegel auf den Endflächen der Bügel befestigt, so sind damit auch die Bedingungen 5 und 6 erfüllt. In der Mitte der Bügel stehen die vertikalen Blenden x, welche so nahe an die Spiegel heranreichen, wie es der in Fig. 3 punktirt gezeichnete Strahlengang erlaubt. Es bleibt also nur noch das Okularrohr zu montiren. Dazu befestigt man an der unteren Fläche des Plattenpaares yt den Boden des Gehäuses) an diesem und an den Seitenflächen von yt dagegen die Seitenwände des Gehäuses. Von diesen ist der Theil Ws des Gehäuses parallel zur Kathetenfläche ac (Fig. 1) des Prismas B und unter 45° geneigt gegen die Wand W. Man braucht also nur das Okularrohr senkrecht auf Ws so zu befestigen, dass seine Axe auf die Mitte des Würfels gerichtet ist, um die letzte Bedingung (7) zu erfüllen.

Der Deckel des Gehäuses, sowie die beim Nichtgebrauch vor die Oeffnungen desselben zu klappenden Platten D und D' schützen das Photometer vor Verstaubung.

Das derartig in sich justirte Gehäuse wird mittels der Zapfen von yt in die Pfannen des Metallbügels E (Fig. 2) drehbar gelagert. An dem Metallbügel sitzt ein Stahlrohr, dessen Axe durch die Schirmmitte geht und senkrecht zur Umdrehungsaxe uz des Gehäuses steht. Dass das Gehäuse die beim Beobachten nothwendige Lage einnimmt, bei der die Stahlrohraxe durch die Schirmebene geht, dafür sorgt ebenfalls der Mechaniker. In den beiden um 180° verschiedenen Lagen wird nämlich das Gehäuse durch eine Feder F des Bügels E (Fig. 2) fest-

gehalten, so zwar, dass dasselbe mittels leichten Druckes aus einer Lage in die andere gedreht werden kann. Jetzt ist der Beobachter leicht im Stande, das Gehäuse auf der Photometerbank zu orientiren, d. h. die Verbindungslinie der Lichtquellen durch die Mitte des Schirmes zu legen und auf die Schirmebene senkrecht zu stellen. Dazu zentrirt man zwei Hefnerlampen auf ihren Tellern (vergl. Fig. 12) und macht ihre Höhenabstände von der Bank einander gleich; es läuft dann die Verbindungslinie der Flammenzentren zur Bankaxe parallel. Jetzt klappt man die am Gehäuse befindlichen Schutzplatten (D und D') vor die Oeffnungen desselben. Diese Schutzplatten sind in der Mitte durchbohrt und mit Glasplatten bedeckt, auf denen je ein undurchsichtiges Kreuz eingeätzt ist. Die Mittelpunkte der Kreuze liegen auf dem Loth durch die Schirmmitte. Von diesen Figuren wird von den beiden Flammen je ein Schattenbild auf jeder Schirmebene entworfen. Koinzidiren die Mitten der Schattenbilder mit dem Mittelpunkte des Schirmes, so ist die gewünschte Justirung erreicht.

Es hat sich nun gezeigt, dass bei den meisten Photometern trotz der genauesten Justirung eine Einseitigkeit vorhanden ist. Die Einstellungen in den beiden Lagen des Gehäuses weichen also von einander ab und zwar steigt die Differenz manchmal bis zu 3%. Sie kann verschiedene Ursachen haben. Sie kann von der Ungleichseitigkeit der beiden Schirmseiten oder der Spiegel herrühren. Es kann aber auch sein, dass der optische Würfel die Verschiedenheit bedingt, insofern etwa an den totalreflektirenden Stellen r (Fig. 6 a. S. 46) mehr Licht verloren geht als an den Stellen l, welche durchsichtig sind. Den Schirm kann man durch Umdrehen leicht auf seinen Einfluss untersuchen. Leider ist Gips nicht immer auf beiden Seiten gleichwerthig herzustellen, wenn er auch ausserordentlich diffus leuchtet und undurchsichtig ist; auch erleiden die Gipsflächen leicht Aenderungen durch Verunreinigung. Es wurde daher versucht, mattgeschliffene Porzellanplatten zu verwenden. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen, ebensowenig diejenigen über den Verlust des Lichtes bei der Totalreflexion. Da die Spiegel stets aus einem Stücke geschnitten werden, also als gleichwerthig anzusehen sind, so glaubten wir indirekt jene Frage lösen zu können. Prüft man nämlich verschiedene Photometer, bestimmt die Einseitigkeit des Schirmes, dann die des Photometers und setzt die beiden Spiegel als gleichwirkend voraus, so kommt die Differenz der gefundenen Einseitigkeiten einzig und allein auf Rechnung des Würfels. Wäre dies richtig, so hätte diese Differenz stets dasselbe Zeichen haben müssen. Das war bei etwa 30 untersuchten Photometern aber nicht der Fall. Es müssen also direkte Versuche mit dem Würfel angestellt werden, um seine Gleichseitigkeit bezw. die Grösse seiner Einseitigkeit festzustellen.

In der Abbildung des Photometers (Fig. 2) ist am Bügel desselben ein Gradbogen G gezeichnet, welcher jede Neigung des Schirmes gegen die Axe der Photometerbank zu messen erlaubt. Die Klemmschraube K hält das Gehäuse in einer beliebig geneigten Lage fest. Mit Hilfe dieser Einrichtung[1]) kann man ohne Hilfsspiegel die Lichtstärke einer Lichtquelle unter einem beliebigen Ausstrahlungswinkel messen, indem man die letztere so aufstellt, dass sie aus der gewünschten Richtung Licht auf das Photometer wirft, und darauf dem Schirm eine solche Neigung giebt, dass ihn die Lichtstrahlen aus beiden zu vergleichenden Lichtquellen unter demselben Winkel treffen. Die photometrische Gleichheit wird durch

[1]) Diese schon früher am Bunsen-Rüdorff'schen Photometer verwandte Einrichtung ist für unser Photometer von Herrn Dr. Wedding zuerst gebraucht worden.

Aenderung der Entfernung der Vergleichslichtquelle vom Photometer hergestellt. Um solche Versuche zu ermöglichen, sind die Seitenwände und der Deckel des Photometergehäuses in entsprechender Weise ausgeschnitten (s. Fig. 2).

2. Verwerthung des Kontrastprinzips für technische Zwecke.

In der Abhandlung über das Kontrastphotometer *(Photom. Untersuchungen II. Diese Zeitschr. 1889. S. 461)* ist ausführlich beschrieben worden, wie man den optischen Würfel umwandelt, um das Kontrastprinzip als photometrisches Kriterium zu verwerthen. Statt auf das Verschwinden eines Feldes in einem anderen zu achten, beurtheilt man beim Kontrastprinzip das gleichstarke Hervortreten zweier Felder gegen ihre Umgebung. Dazu wird die Berührungsebene *rs* der Prismen in die vier Felder 1, 2, 3 und 4 (Fig. 4) eingetheilt, von denen 1 und 3 total reflektiren, dagegen 2 und 4 alles Licht hindurchlassen. Hervorgerufen wird der Kontrast durch Bedecken der halben Kathetenflächen *gb* und *mc* in Fig. 5 mit Glasplatten. Hierdurch werden die Felder 3 und 2 um gleichviel (etwa 8%) gegen 1 und 4 geschwächt. Im Momente der Einstellung soll der Kontrast zwischen den Feldern 2 und 1 gleich demjenigen zwischen 3 und 4 sein (Fig. 4).



Fig. 4.

Bei dieser früher angewandten Herstellungsart des Kontrastwürfels ist vor allem ein Umstand sehr störend; das ist die Trennungslinie TT' (Fig. 4) zwischen den Feldern 1 und 4 bezw. 2 und 3. Eigentlich treten deren zwei auf, welche man aber leicht zur Deckung bringen kann. Sie rühren davon her, dass man beim Akkomodiren auf die Ebene *ab* (Fig. 5) durch Feld 2 hindurch die mittlere Kante der Glasplatte bei *gb* und an Feld 3 die gespiegelte Kante der Glasplatte bei *mc* sieht. Beeinflussen dieselben auch keineswegs die Genauigkeit der Einstellung auf gleichen Kontrast, so verwirren sie doch einen ungeübten und stören einen geübten Beobachter. Ohne es zu wollen, vergleichen erstere oft genug die Helligkeit der benachbarten Felder 2 und 3 oder 1 und 4, anstatt auf die gleiche Helligkeitsdifferenz des Feldes 2 gegen 1 und des Feldes 3 gegen 4 einzustellen. Bei Einstellung auf gleiche Helligkeit zweier Felder vermindert aber ein dunkler oder heller Zwischenraum zwischen den Feldern die Einstellungsempfindlichkeit bedeutend. Gelingt es, dies störende Moment fortzuschaffen, so sind dadurch zwei Vortheile gewonnen. Erstens wird das Kontrastphänomen übersichtlicher und reiner, zweitens kann man gleichzeitig auf gleichen Kontrast und auf gleiche Helligkeit (Verschwinden) einstellen. Man erreicht dieses Ziel einfach durch eine andere Eintheilung des Gesichtsfeldes, d. h. indem man auf der Hypotenusenfläche des Prismas *A* eine von der früheren abweichende Figur einätzt. Diese Fläche werde wie folgt behandelt. Man beklebt die in Fig. 6 mit l_1 und l_2 bezeichneten Stellen mit geeignet geschnittenen, dünnen Kupferblechen und nimmt an den schraffirten Stellen r_1 und r_2 mittels Sandstrahlgebläses (siehe Näheres in der oben angef. Abhandlung II.) die oberste Glasschicht fort. Dann presst man die Hypotenusenflächen beider Prismen innig aneinander, bis an allen polirten Stellen *l* der Würfel vollständig durchsichtig geworden ist. Dies gelingt immer, wenn vorher beide Prismenflächen auf einander abgeschliffen worden sind.

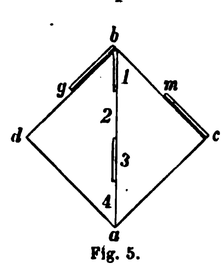
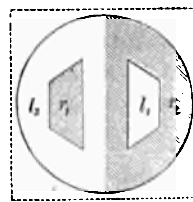


Fig. 5.


Fig. 6.

Bei der in Fig. 3 gezeichneten Lage des Würfels AB findet dann an den Feldern r Totalreflexion statt, sie erhalten ihr Licht von rechts; bei den Feldern l geht dagegen auffallendes Licht durch den Würfel hindurch, sie erhalten also ihr Licht von links. Sind beide Lichtantheile gleich gross, so erscheint im Moment der Einstellung das Sehfeld gleichmässig hell. Bringen wir aber jetzt in geeigneter Weise Glasplatten am Würfel an, so ändert das Sehfeld sein Aussehn: es treten bei der gleichen Stellung des Photometers die Felder r_1 und l_1 gleich stark gegen ihre Umgebung l_2 und r_2 hervor, wie dies in Fig. 8 skizzirt ist. Von einer Trennungslinie zwischen den Feldern l_2 und r_2 ist aber nichts zu sehen; es erscheint vielmehr die ganze Umgebung der geschwächten Felder (r_1 und l_1) wie eine zusammenhängende gleich hell leuchtende Fläche. Dabei sind die Helligkeiten von l_1 und r_1 gleich; ebenso diejenigen von l_2 und r_2. Je nach der Grösse des Kontrastes unterscheiden sich beide Helligkeiten um verschieden grosse Beträge. Alles dies findet aber nur im Momente der Einstellung statt; dieselbe werde als Nulllage bezeichnet. In jeder anderen Lage des Photometers erscheinen die vier Felder in anderem Helligkeitsverhältniss zu einander. Nie aber sind die Kanten der den Kontrast erzeugenden Glasplatten sichtbar. Die Erklärung hierfür ist leicht aus Fig. 7 zu ersehen. In ihr bedeuten wiederum die Stellen r die reflektirenden, l die durchsichtigen Theile der Berührungsfläche beider Prismen. Im Durchschnitt gezeichnet erhalten wir scheinbar sechs Felder, weil hier zwei mittlere und zwei äussere Theile von r_2 und l_2 vorhanden sind; dazwischen liegen die Kontrastfelder r_1 und l_1. Es soll r_1 durch die Glasplatte mc und l_1 durch die Platte gb geschwächt werden, ohne dass r_2 und l_2 beeinflusst und ohne dass die Kanten der Platten gesehen werden. Dies ist der Fall, wenn die Platten so stehen, dass das Loth $mm' \perp ad$ durch die Mitte des nicht reflektirenden mittleren Feldes l_2 geht und das Loth $gg' \perp ac$ auf das undurchsichtige mittlere Feld r_2 trifft. Da die Axe des Okularrohres senkrecht auf der Mitte der Fläche ac steht, so laufen bei genügender Entfernung des Auges von der Lupe (etwa 11 *cm*) alle Sehlinien nahe senkrecht zur Fläche ac des Würfels; hier interessirt uns nur die Mitte des Sehfeldes und für diese gilt die aufgestellte Behauptung vollkommen. Solche von m und g ausgehende Strahlen mm' und gg' gelangen aber nicht ins Auge; es können demnach die Kanten der Glasplatten nicht gesehen werden;

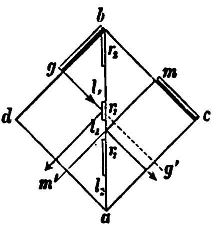
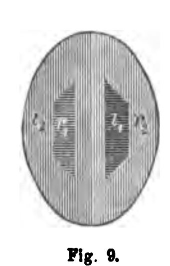
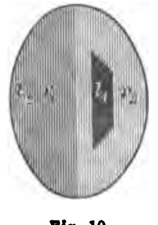


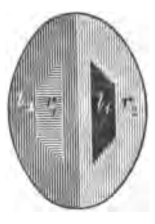
Fig. 7.



Fig. 8.


Fig. 9.


Fig. 10.


Fig. 11.

andererseits lassen letztere die Felder r_2 und l_2 in ihrer Helligkeit ungeändert und schwächen nur r_1 bezw. l_1, wie oben verlangt wurde. Es muss demnach bei gleicher Stärke des von rechts und links kommenden Lichtes in der Nulllage die in Fig. 8 skizzirte Erscheinung auftreten, wo l_2 und r_2 ohne Trennungslinie in einander übergehen. In den Figuren 9 bis 11 ist dargestellt, wie sich das Seh-

feld ändert, wenn man aus der Nulllage (Fig. 8) mit dem Photometer nach rechts geht. Bei einem solchen Wandern wird jedenfalls r_2 heller, l_2 dunkler; bedeuten die Buchstaben gleichzeitig die Grösse der Helligkeit, so wird also $r_2 > l_2$. Da nun stets $r_2 > r_1$ und zwar $r_2 - r_1 = l_2 - l_1 =$ Konst. (etwa 8%), so müssen sich die Helligkeiten von r_1 und l_2 nähern, die von r_2 und l_1 dagegen entfernen. Es geht also Fig. 8 über in Fig. 9, bis in Fig. 10 Feld $r_1 = l_2$ und $r_2 - l_1 = 16\%$ geworden ist. In dieser Stellung erscheint die linke Hälfte des Sehfeldes als eine ganz gleichmässig leuchtende Fläche, während der Kontrast der beiden Felder der rechten Seite sich verdoppelt hat. Da bei weiterer Verschiebung des Photometers der Sinn der Helligkeitsänderung der gleiche und $r_2 - r_1$ stets konstant bleibt, so wird von jetzt an l_2 dunkler als r_1 und $r_2 - l_1 > 16\%$ (Fig. 11). Noch ehe aber diese Stellung erreicht ist, kehrt man mit dem Photometer um und geht durch die Nulllage nach links. Bei dem Wandern nach links vertauschen sich nur die Rollen der rechten und linken Hälfte des Sehfeldes. Man erhält also in diesem Falle die Veränderungen des Sehfeldes, indem man die Figuren 9 bis 11 von der Rückseite des Papieres her anblickt und die Indizes der Buchstaben vertauscht.

Je kleiner die Differenz $r_2 - r_1 = l_2 - l_1$ ist, um so näher rücken die beiden Stellungen des Photometers, bei denen man umkehrt (Fig. 10) und um so grösser ist die Einstellungsempfindlichkeit; ist der Kontrast so klein geworden (etwa 2%), dass er nur mit Mühe wahrnehmbar wird, so nimmt freilich die Empfindlichkeit wieder ab.

Da bei der beschriebenen Herstellung des Kontrastwürfels die Trennungslinie zwischen l_2 und r_2 (Fig. 8) vollständig verschwindet, so kann neben dem Kontrastprinzip ebensogut die Einstellung auf gleiche Helligkeit dieser beiden Felder (l_2 und r_2), d. h. das Verschwinden der Grenzlinie zwischen l_2 und r_2, als photometrisches Kriterium benutzt werden. Dabei ist durch das gleichzeitige Auftreten beider Kriterien eine Entscheidung über deren relative Empfindlichkeit gestattet. Trotzdem der Kontrast in Folge der einfachen Glasplatten ziemlich gross (etwa 8%) ist, überwiegt dennoch die Genauigkeit des Kontrastprinzips, zumal die meisten Beobachter mit diesem Prinzip mehr vertraut sind als mit dem Einstellen auf Verschwinden bezw. gleiche Helligkeit. Die bisher gebrauchten Glasplatten sind an die betreffende Fläche des Würfels angelegt; sie können also ebenso wie der Würfel selbst leicht von Staub befreit werden. Wollte man den Kontrast kleiner als 8% machen und damit die Genauigkeit der Messung steigern, so würde dies nach unseren Erfahrungen ein Nachtheil für die Praxis sein. Abgesehen davon, dass das Erkennen des Kontrastes und damit auch das Einstellen für ungeübte Beobachter sehr viel schwieriger ist, bedarf die Verwirklichung eines Kontrastes unter 8% eines Glasplattenapparates, welcher die Einfachheit und Unveränderlichkeit des Photometers vermindert. In der Abhandlung über das Kontrastphotometer (*diese Zeitschr. 1889. S. 463*) ist eine Glasplattenvorrichtung beschrieben, mittels welcher man einfach durch Drehen eines Hebels jeden beliebigen brauchbaren Kontrast erzeugen kann. Einfachere Methoden zur Herstellung geringer Kontraste haben noch nicht zum Ziele geführt, werden aber angestrebt.

Ehe wir zur Beschreibung der Photometerbank übergehen, wollen wir noch kurz auf die bei Vergleichung verschieden gefärbten Lichtes auftretende Erscheinung hinweisen.

Da die Felder r nur Licht von rechts, die Felder l aber nur Licht von

links erhalten, so tritt keine Kompensation der zu vergleichenden Lichter ein, wie etwa beim Bunsen'schen Photometer. Vielmehr zeigen die Felder genau die Farben der beiden Lichter, ganz wie beim Photometer von L. Weber in der ursprünglichen Form (ohne unseren optischen Würfel). Da das Auge aber nicht im Stande ist, die Helligkeit verschieden gefärbter Felder zu vergleichen, so muss man für solche Fälle nach neuen Kriterien suchen. Bei geringer Färbungsdifferenz, wie sie etwa bei Vergleichung einer Hefnerlampe mit einer weiss brennenden Glühlampe vorkommt, bietet sich nun ein solches in unserem Photometer von selbst dar und zwar da, wo die gleiche Helligkeit zweier Felder beobachtet wird. In Folge der scharf zusammenstossenden Felder r_2 und l_2 (Fig. 9 bis 11) sollte man vermuthen, dass bei verschiedener Färbung der Lichtquellen auch im Moment der Gleichheit der von rechts und links kommenden Lichtantheile beide Felder scharf getrennt seien; leuchtet doch das eine röthlich, das andere bläulich. Dem ist jedoch nicht so. Vielmehr gehen bei einer gewissen Stellung des Photometers die verschieden gefärbten Felder r_2 und l_2 kontinuirlich in einander über, die Grenze wird unscharf trotz der Farbendifferenz; es bietet sich also auch hier etwas Aehnliches dar wie bei gleichgefärbten Lichtquellen, wo man auf Verschwinden der Grenze einstellt. Dass dieses Kriterium auch genau ist, haben viele Einstellungen ergeben. Der mittlere Fehler ist derselbe wie bei gleichgefärbten Lichtern. Dass dieses Kriterium bei geringer Färbungsdifferenz aber auch richtig zu sein scheint, geht aus der Uebereinstimmung hervor, welche die Einstellungen verschiedener Beobachter zeigen.

Auch ein farbenblindes Auge stellt bei geringer Färbungsdifferenz der Felder r_2 und l_2 wie ein normales Auge ein. Weichen die Farben beider Felder

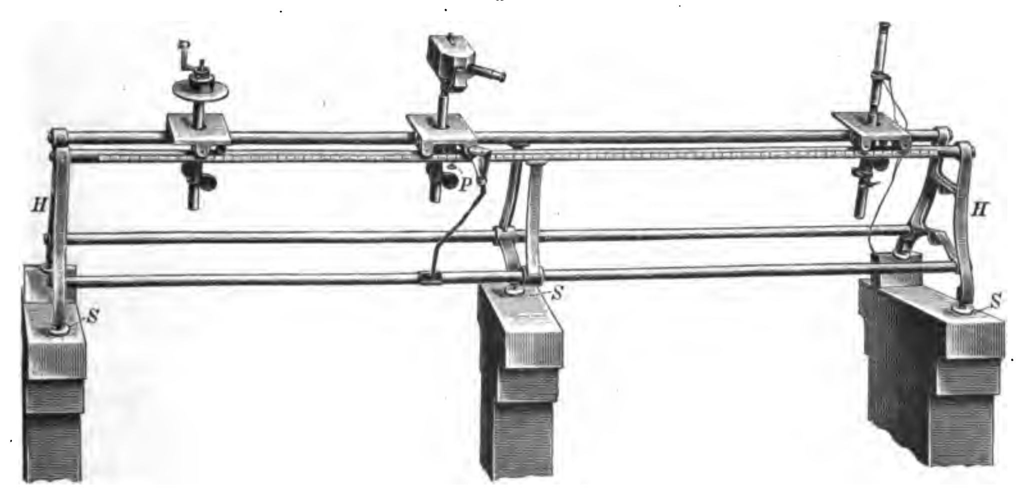


Fig. 12.

sehr von einander ab, so tritt das genannte Kriterium nicht mehr auf; eine etwaige Einstellung ist ausserdem verschieden für verschiedene Farbenempfindungen. Beim Kontrast wirkt die ungleiche Färbung der Felder r_1 und l_1 gegen l_2 und r_2 störend auf die Einstellung ein. Um daher in diesem Falle das Auftreten der Kontrasterscheinung zu vermeiden, sind die Glasplatten herauszunehmen. Hierdurch wird bewirkt, dass im Moment der Einstellung auch die Grenzen der Felder r_1 und l_1 verschwinden, sodass bei gleicher Färbung das ganze Sehfeld als gleichmässig helle Ellipse erscheint.

3. Photometerbank.

In Figur 12 (S. 49) ist die Photometerbank (durch untergelegte Klötze ist sie der besseren Anschauung wegen schief gestellt) wiedergegeben, wie sie nach unseren Angaben von der Firma Fr. Schmidt & Haensch geliefert wird. Statt der früher benutzten Stahlschienen werden Stahlrohre gebraucht, wie sie zu den Reifen der Zweiräder dienen. Die über 2 *m* langen Stahlrohre, deren Durchmesser etwa 3,5 *cm* und deren Abstand etwa 12,5 *cm* beträgt, sind auf dem aus Gusseisen bestehenden Gestell *HH* gelagert. Wie die Figur zeigt, hat das Gestell auch noch in der Mitte eine Stütze, um die Durchbiegung der Rohre zu vermeiden. Mittels der Stellschrauben *S* kann trotz der fünf Unterstützungspunkte die Bank sicher aufgestellt und leicht horizontirt werden. Auf den Stahlrohren rollen die Wagen, jeder vermittels vier Rollen; die dadurch erzielte Bewegung ist bei sicherer Führung eine ausserordentlich leichte. Auch jetzt können die Wagen von einem Ende der Bank bis zum anderen bewegt und an jeder Stelle mittels einer Schraube *P* festgeklemmt werden. Jeder Wagen trägt einen Nonius bezw. eine Marke, welche über einer auf der äusseren Seitenfläche der einen Schiene eingeätzten Millimeterskale gleitet. Auf Verlangen wird auch nur der mittlere Theil des Rohres in Millimeter, der übrige in Zentimeter eingetheilt. Die Wagen sind wie früher aus viereckigen Metallplatten, etwa von der Breite der Bank, hergestellt, in der Mitte vertikal durchbohrt und mit einer starken Hülse versehen; in dieser lässt sich durch Zahn und Trieb ein Stahlrohr auf- und abbewegen, welches zur Aufnahme von Photometergehäuse, Kerzenhalter und Lampentischchen dient. Diese Stahlrohre können in jeder Höhe festgeklemmt werden. Ist diese Bank in mancher Hinsicht einfacher gehalten als die von uns früher beschriebene, so zeichnet sie sich bei grösserer Länge durch solidere und gefälligere Konstruktion vortheilhaft aus.

Neue Messinstrumente und Hilfseinrichtungen für die Werkstatt.

Von
Mechaniker **K. Friedrich** in Berlin.

1. Der Reichel'sche Mikrometertaster.

In *Nr. 5 des Vereinsblattes der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik* ist in einem Artikel „Ueber die Verwendung von feinen Messinstrumenten in der Werkstatt" eines kleinen Apparates Erwähnung geschehen, der für eine sehr genaue und zuverlässige Ausmessung von Zylindern, nach der Anleitung und den Konstruktionsmethoden des Herrn C. Reichel, vom Verfasser konstruirt wurde. In Anbetracht der Wichtigkeit eines solchen Instrumentes für die Werkstattsmessungen soll dasselbe an dieser Stelle eingehend beschrieben und auf seine Genauigkeitsgrenzen hin untersucht werden.

Wie in dem angeführten Artikel erwähnt ist, hat die Herstellung der zur Einführung in die deutsche Feintechnik bestimmten Normalgewindebohrer den Anlass zur Ausführung dieses Apparates gegeben, da die für einige derselben nothwendig erachtete Genauigkeit (0,001 *mm*) mit einem der im Handel käuflichen sogenannten Mikrometertaster nicht nachzuweisen und einzuhalten war; die Fehler dieser Apparate waren in Folge schlechter Konstruktion oder mangelhafter Ausführung mitunter grösser als die angebliche Genauigkeit der Ablesung. Von diesen käuflichen Messmitteln kommen hauptsächlich drei Arten in Frage, der in den feinmechanischen Werkstätten vielbenutzte Zehnteltaster, die Mikrometerschraube und die Schlatter-Lehre.

Der Zehnteltaster besteht aus einem um ein Gelenk drehbaren Zeiger, der an seinem unteren kurzen Hebelarm eine in der Axe liegende Fläche besitzen soll, die sich an eine ebenfalls in der Gelenkaxe liegende zweite ebene Fläche des Gestelles in der Nulllage anschliesst. Die Messung geschieht also dadurch, dass man den Zeiger um die Gelenkaxe dreht, den zu messenden Körper zwischen die ebenen Endflächen legt und nun die Angabe des langen Zeigerarmes auf einer am Gestell angebrachten empirischen Theilung abliest. Diese Theilung giebt bei den käuflichen Tastern 0,1 *mm* an, und es wäre deshalb nothwendig, durch Anordnung von Fühlhebeln die Empfindlichkeit der Angaben erheblich zu vergrössern. Es leuchtet indess ein, dass die messenden Endflächen ausserhalb der Nullstellung nicht mehr parallel mit einander sind, sondern einen spitzen oder stumpfen Winkel bilden, je nachdem der zu messende Zylinder einen geringeren oder grösseren Durchmesser besitzt, und dass in Folge dessen nicht mehr der Durchmesser, sondern eine Sehne gemessen wird. Bezeichnet man den Durchmesser des Zylinders (Fig. 1) mit AB, den Drehpunkt des Zeigers mit O, die Länge der Tasterschenkel OC und OD mit l, und den von ihnen eingeschlossenen Winkel mit γ, so wird man nicht AB sondern CD messen, d. i. diejenige Sehne, welche die Berührungspunkte der beiden Tangenten OC und $OD = l$ verbindet. Während AB gemessen werden soll, findet man $CD = 2l \sin \gamma/2$, woraus zugleich ersichtlich ist, dass der Messungsfehler mit zunehmender Neigung der Schenkel zu einander, also beim Messen dickerer Zylinder wachsen muss, da l eine konstante Grösse ist. Dieser prinzipielle Fehler verhindert von vornherein eine Benutzung dieses Tasters; ausserdem aber würde die Unsicherheit, welche die Einführung eines gewöhnlichen Gelenkes und die Herstellung einer empirischen Theilung mit sich bringen, kaum eine feinere Angabe als 0,1 *mm* zulassen.

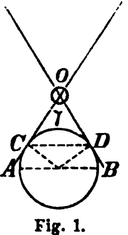


Fig. 1.

Das zweite Messwerkzeug, die Mikrometerschraube, ist theoretisch einwandsfrei, verlangt dagegen eine überaus genaue Ausführung und entspricht ausserdem einer Anforderung nicht, die weiter unten erläutert werden soll. Die Messung wird hier durch eine Mikrometerschraube von bekannter Steigung bewirkt, deren Kopf mit einer Theilung versehen ist, und die am andern Ende eine ebene, rechtwinklig zur Axe gelegene Fläche trägt; dieser Fläche gegenüber befindet sich eine zweite in der Axenrichtung verstellbare, gegen welche der zu messende Zylinder gelegt wird. Es ist klar, dass beide Flächen unbedingt rechtwinklig zur Schraubenaxe und vollkommen eben sein müssen, dass die Schraube vollkommen frei von periodischen Umdrehungs- und fortschreitenden Fehlern und ebenso die Theilung fehlerfrei sein muss. Wenn sich auch Schraube und Theilung mit genügender Genauigkeit herstellen lassen, so bietet doch die Aufgabe, zwei Flächen vollkommen eben, einander parallel und rechtwinklig zu einer bestimmten Axe zu machen, fast unüberwindliche Schwierigkeiten, welche die Verwendbarkeit eines derartigen im Handel käuflichen Instruments für feine Messungen fraglich erscheinen lassen.

Der dritte von den oben angeführten Tastern ist die in neuerer Zeit in den Handel eingeführte Schlatter-Lehre. Es wird hier ein prismatischer Körper von rechteckigem Querschnitt in einer ihn umschliessenden Hülse verschoben und dadurch seine Stirnfläche an den zu messenden Gegenstand gelegt. Als Anschlag für die Messung dient die Fläche einer mit Gegenmutter am Gestell sitzenden Schraube. Die Bewegung des Prismas wird durch Zeiger auf einer Kreistheilung

angezeigt. Dieses kleine Instrument, das für gröbere Messungen wegen seiner Empfindlichkeit vortrefflich ist, schliesst ebenfalls so viel Fehler in sich, z. B. in der prismatischen Führung, in der Bewegungsübertragung, in den Anlageflächen, dass seine Verwendung für feine Messungen ausgeschlossen ist.

Immerhin wären diese letzten beiden Instrumente nach vorzüglicher Ausführung geeignet, zu feinen Messungen verwendet zu werden, wenn nicht noch ein anderer schwerwiegender Mangel in Betracht käme: Sie gestatten nicht einen zwangfreien Anschluss an das zu untersuchende Stück und die Messung wäre daher sehr abhängig von dem Gefühl des Messenden, der die Schraube oder das Prisma leichter oder schwerer gegen den zu messenden Zylinder anstellen und dadurch unkontrolirbare Resultate erhalten würde.

Nach diesen Ausführungen wird es nöthig sein, die Bedingungen für die Konstruktion des in Frage stehenden Apparates aufzustellen und auf ihre Verwirklichung hin zu prüfen. Diese Bedingungen sind:

1. Vollkommen zwangfreie Anordnung an das ins Drehbankfutter gespannte Arbeitsstück und möglichst geringes Gewicht.
2. Möglichkeit der stets zuverlässigen Messung von 0,001 *mm* und daher:
3. Genaue Korrektur des Nullpunktes.
4. Fehlerfreiheit der Schraube.
5. Fehlerfreiheit der Theilung.
6. Ausschluss der Willkür beim Druck auf das zu messende Stück.
7. Möglichkeit, Durchmesser von 0,5 *mm* bis 10 *mm* zu bestimmen.
8. Beschränkung der Abmessungen auf das Geringste nach Maassgabe der Raumverhältnisse an der Drehbank.

Zu 1. Zur freien Anordnung an das Arbeitsstück ist das Instrument im kardanischen Gelenk über der Spindelaxe der Drehbank mit Gegengewicht an Rollen aufgehängt, so dass es für den Gebrauch heruntergelassen und über den zu messenden Zylinder gestreift werden kann. Das Gewicht ist sehr gering, da möglichst viele Theile aus Aluminium hergestellt sind.

Zu 2., 3., 4., 5., 6. Die Herstellung und Regulirung der Gewinde und der Theilungen ist in der Präzisionsmechanik soweit ausgebildet, dass die dabei gemachten Fehler innerhalb der vierten Dezimalstelle liegen. Für die genaue Korrektur des Nullpunktes konnte eine Einrichtung gefunden werden, die gleichzeitig jedwede Willkür des Druckes auf das zu messende Stück ausschliesst; sie wird bei der Beschreibung des Instrumentes näher besprochen werden.

Zu 7. und 8. Diese beiden letzten Bedingungen sind fast am Schwierigsten zu erfüllen, da sie die Gesammtmaasse auf ein sehr Geringes hinabdrängen, so dass bei der Kleinheit der einzelnen Theile die Schwierigkeit ihrer korrekten Herstellung sehr gesteigert wird.

Gehen wir jetzt zur Beschreibung des Apparates über:

Der Mikrometertaster (Fig. 2) besteht aus einem, in kardanischem Gelenk *D* hängenden zylindrischen Hauptkörper *A* aus Messing, der in etwa einem Viertel seiner Länge mit einer prismatischen Erweiterung versehen ist. Diese ist in rechtwinklig zu einander und zur Zylinderaxe liegenden Richtungen durchbrochen, um einerseits den zu messenden Zylinder *C* durchzulassen, andrerseits Platz zu schaffen für den Träger des „Null-Anschlages“. Das Gelenkstück *G* dieses Null-Anschlages, der nach Bedingung 1 und 6 eine freie Anordnung an das Arbeitsstück zulassen muss, besteht aus einer fein polirten, durchsichtigen planparallelen

oder plankonvexen Linse eines harten Steines, etwa Beryll, Amethyst oder Topas, die in einer um zwei winzige harte Stahlkugeln *K* drehbaren Fassung *H* (Fig. 3 u. 4) sitzt. Die Lager für die Axe der Fassung liegen in dem dieselbe umschliessenden Gelenkstück *G* aus Aluminium, das sich um eine zweite Kugelaxe *N* dreht, so zwar, dass beide Axen sich in derselben normal zu der vertikal hängenden Instrumentenaxe liegenden Ebene im rechten Winkel schneiden, wie in Fig 3 ersichtlich ist, wo durch das Trichtergesenk *N* und die als verstellbares Lager für die Kugelaxe der Steinlinsenfassung *H* dienende Trichterschraube *P* die Lage der Axen angegeben wird. Ein durch Rippe befestigter Arm dieses Gelenkstückes reicht durch eine Durchbrechung der prismatischen Erweiterung hindurch und trägt einen Stahlstift *E*, der einen in dem Gestell *B* und dem daselbst aufgeschraubten Bock *U* aus Aluminium in Kugeln gelagerten Zeiger *Z* in Bewegung versetzt. Die Maassverhältnisse sind so gewählt, dass sowohl bei dem Gelenkstück, wie beim Zeiger sich die Hebellängen verhalten wie 1 : 10, worunter bei dem Gelenkstück die Entfernung der Drehaxe von der Instrumentenaxe einerseits und dem Stift *E* andererseits verstanden ist. Diese Anordnung, welche demnach eine Empfindlichkeit von 1 : 100 besitzt, hat den Zweck, die Unveränderlichkeit des Nullpunktes festzustellen; der Gebrauch derselben soll weiter unten besprochen werden. Die Messung der Durchmesser wird bewerkstelligt mittels Mikrometerschraube *M* von 0,5 *mm* Steigung, die einen in 50 Theile getheilten Kopf trägt und ihre Umdrehungen an einem an den Haupttheil *A* geschraubten Glasindex *J* anzeigt. Die Rändchenmutter *R* ermöglicht die Korrektur des Theilkopfes in Bezug auf den Nullpunkt. Gelagert ist die Schraube im Hauptkörper *A* und trägt an ihrem im Innern desselben steckenden Ende eine harte Kugel. Durch ein Zwischenstück *K* aus gehärtetem Stahl, welches mit einem Trichter an der Kugel liegt und am andern Ende ebenfalls eine Kugel trägt, wird die Bewegung der Schraube auf einen Zylinder *S* aus Achat übertragen, dessen normal zur Axe liegende Endfläche die Messung bewerkstelligt. Das Zwischenstück *K* — ein harter Stahlkörper mit Kugeln oder Trichtern an beiden Enden oder beides kombinirt — ist ein von R e i c h e l angewendetes wichtiges Konstruktionselement und

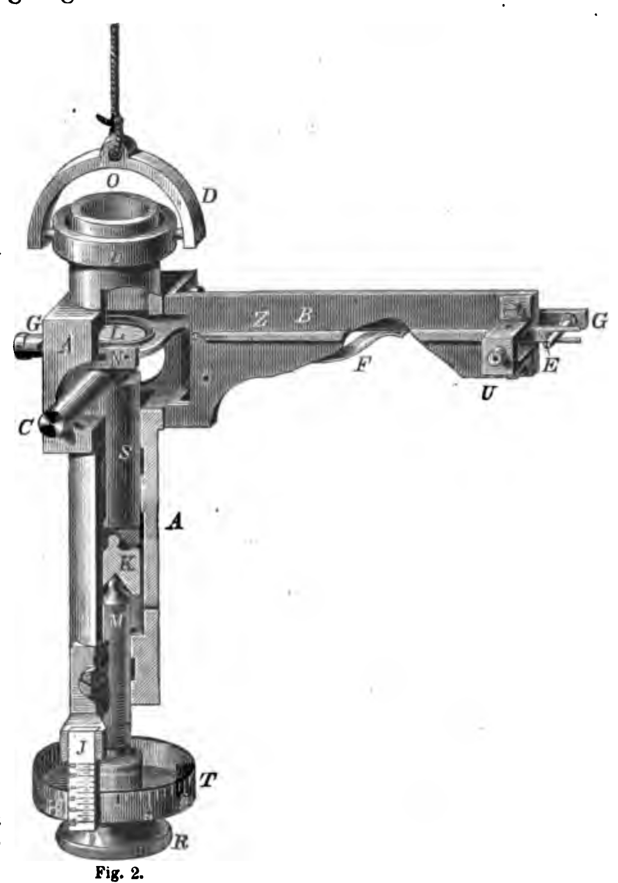


Fig. 2.

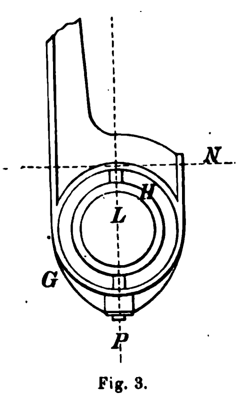


Fig. 3.

hat die Bestimmung, Zwang zu vermeiden, der bei der Bewegung zweier möglichenfalls zu einander geneigter Axen, hier der Schrauben- und Zylinderaxe, entstehen könnte. Die Messung wird also nicht durch die Schraube unmittelbar ausgeführt, sondern durch einen harten Steinzylinder vermittelt; da dieser an der Drehung der Schraube nicht Theil nimmt und eine grössere Härte als der zu messende Körper besitzt, so ist seine Messfläche der Abnutzung nicht unterworfen. Der Hauptkörper ist zwischen dem Zylinder und Schraubenlager mit einer winzigen Bohrung versehen, um den inneren Hohlraum mit der Luft in Verbindung zu setzen. Die Feder *F*, die an der hinteren Seite des Gestells *B* angeschraubt ist, sorgt für einen sicheren Anschluss der beiden Steinflächen. Die beiden messenden Flächen haben einen Durchmesser von 10 *mm*, die Zylinderlänge beträgt 30 *mm*, diejenige der Messschraube 28 *mm*. Die Gesammtlänge des Instruments ist in der äussersten Stellung 119 *mm* und von der Axe *N* bis zum Ende des Hauptkörpers *A* 65 *mm*.

Vor dem Gebrauch des Instruments ist es nothwendig, sich von der Sicherheit der Gelenke zu überzeugen, den Nullpunkt, da ein fester Anschlag fehlt, was als ein besonderer Vortheil des Instrumentes betrachtet wird, zu bestimmen, und Trommel und Index darnach zu korrigiren. Die Bestimmung des Nullpunktes geschieht in folgender Weise: man schraubt nach sorgfältiger Reinigung der Flächen, mittels der Mikrometerschraube den Steinzylinder vor, so dass er sich mit seiner ebenen Endfläche gegen die Steinlinse legt. Da diese gewissermaassen in einem kardanischen Gelenk sich dreht, d. h. nach Maassgabe zweier sich rechtwinklig schneidenden Axen sich anordnen kann, so wird unbedingt bei Weiterbewegung der Mikrometerschraube eine Stellung eintreten, in der sich beide Flächen ihrer ganzen Ausdehnung nach decken. Für diesen Moment giebt es ein überaus empfindliches Merkzeichen. Wenn man nämlich durch die Oeffnung *O* das Anschliessen der beiden messenden Flächen beobachtet, wird man, vorausgesetzt dass sie vollkommen eben sind, bemerken, dass sich in einem gewissen Augenblick Interferenzfarben bilden, die beim Weiterdrehen sofort verschwinden, um im nächsten Augenblick wieder zu erscheinen. Die Stellung zwischen beiden Erscheinungen ist die Nullstellung, da in diesem Fall nach den Interferenzgesetzen der Anschluss beider Platten ein vollkommener ist.

Man fixirt diese Stellung dadurch, dass man am unteren Ende des Zeigers *Z* und damit koinzidirend auf dem Gestell *B* eine Strichmarke anbringt. In derselben Stellung werden sodann Index *J* und Theilkopf *T* auf ihren Nullpunkt gestellt und das Instrument ist zum Messen bereit. Die Operation der Messung selbst ist überaus einfach. Man dreht die Schraube *M* soweit zurück, bis der zu messende Zylinder *C* zwischen den beiden Steinflächen Platz findet, schraubt dann die Mikrometerschraube vor bis zur Nullstellung, d. h. bis die beiden Marken am Zeiger und am Gestell sich wiederum decken, und liest sodann am Glasindex die ganzen Schraubenumdrehungen und auf dem Theilkopf die Unterabtheilungen ab. Der Index trägt eine Halbmillimetertheilung mit Bezifferung jedes zweiten Millimeters; der Theilkopf ist in 50 Theile getheilt und lässt also die direkte Ablesung von Hunderstel- und die bequeme Schätzung von Tausendstel-Millimetern zu.

Angesichts dieser hohen Empfindlichkeit, die, wie aus der Schilderung der Konstruktion ersichtlich, nach der Theorie noch gesteigert werden könnte, dürfte es am Platze sein zu untersuchen, ob nicht Konstruktions-, oder in der Konstruktion begründete Arbeitsmängel vorhanden sind, welche Unzuverlässigkeiten und Messungs-

fehler hervorrufen könnten, die sich gröber als die Empfindlichkeit der Angabe erweisen. Es möge diese Untersuchung eingehend durchgeführt werden, da das Instrument in Folge seiner bequemen Handhabung mit Vortheil für Messungen auch ausserhalb der Werkstatt benutzt werden dürfte, für welchen Zweck sich möglichen Falles eine Aenderung in der Aufhängung oder Aufstellung als nöthig erweisen würde.

Fehlerquellen können vorhanden sein in der Messschraube, deren Lagerung, in der Theilung des Kopfes und der Stellung des Index; in der Form und der Lagerung des Steinzylinders, der Lage desselben zur Messschraube und der Verbindung mit derselben; in der Lage und Form der Zylinderendfläche; in der Form und Lagerung der Steinlinse, der Lagerung des die Linse tragenden Gelenkstückes und dessen Verbindung mit dem Zeiger; in der Bestimmung des Nullpunktes und schliesslich in dem Temperatureinfluss. Eine Anzahl dieser Fehlerquellen ist bei den anfangs angeführten Konstruktionen und bei den Instrumenten, die für stationäre Messungen Verwendung finden, ebenfalls vorhanden und lässt sich mit derselben Sicherheit umgehen, oder nicht umgehen, wie bei diesen; so die Fehler der Schraube, der Lagerung, der Theilung, des Index u. s. w. Die Schraube lässt sich nach dem in *dieser Zeitschrift 1881, S. 14, 51, 73* von Reichel veröffentlichten und in der Zwischenzeit noch verbesserten Verfahren in für die benöthigte Genauigkeit fehlerfrei zu nennender Vollkommenheit erzeugen und reguliren. Für die Lagerung der Schraube ist eine gutgepasste Mutter die geeignetste, welche als Länge den doppelten Durchmesser hat und in der Mutter auf etwa $^1/_8$ ausgespart ist. (Siehe Figur.) Zur Beseitigung des Spielraums kann eine Vorrichtung angebracht werden, vielleicht in der Gestalt einer durch drei Schrauben justirbaren Gegenmutter. Jedenfalls darf bei der Messung die Schraube nur in einem bestimmten Sinne gedreht werden, um etwa vorhandenen Spielraum auszuschliessen; bei der Theilung des Kopfes kommen dieselben Fehler in Betracht, die sich auch anderweitig bemerkbar machen, Exzentrizitätsfehler und dergl., deren Fortfall eine gute Theilmaschine verbürgt. Die Stellung des Indexstriches muss parallel zur Schraubenaxe liegen, da bei einer Neigung gegen dieselbe je nach ihrer Lage eine nach dem Nullstrich hin zu- oder abnehmender Fehler eintreten würde.

Weit schwieriger als diese Fehlerquellen sind diejenigen, welche die Anwendung des Steinzylinders mit sich führt, zu überwinden. Zunächst ist es nothwendig, dass der Zylinder auch überall kreisförmigen Querschnitt hat und ebenso der ihn umschliessende Hohlzylinder, und dass die Querschnitte in beiden Fällen überall denselben Durchmesser haben. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so würde eine willkürliche Neigung der Zylinderaxe eintreten können; jedoch lassen sich diese Bedingungen durch korrekte Arbeit erfüllen, dadurch, dass man den Hohlzylinder durch einen vorzüglichen Kolben ausschleift und den Stein, nachdem man ihn zylindrisch mit dem Diamant vorgedreht hat, vermittels der in *diesem Heft, S. 79* beschriebenen Schleifkluppe nachschleift. Erfahrungsmässig halten sich nach dieser Operation die Fehler in sehr niedrigen Grenzen, innerhalb der fünften Dezimalstelle, so dass sie für den vorliegenden Fall vernachlässigt werden können. Die Lage des Zylinders in Bezug auf die Schraube müsste eine derartige sein, dass beide Axen ohne Weiteres in einander fallen. Dies ist jedoch keineswegs durch die Arbeit zu erreichen und ein beim Vorarbeiten durch Fehlerhaftigkeit der Spindel oder der Supportführung an der Drehbank einge-

führter Fehler in der Axenlage kann möglichenfalls beim Ausschleifen sich noch vergrössern. Schneiden sich auf diese Weise die Axen des Zylinders und der Messschraube, so wird, falls die Schraube unmittelbar auf den Zylinder vortreibend wirkt, ein starker Zwang in die Verbindung hineingebracht werden, der dann eine starke Abnutzung des Zylinderlagers und eine Unsicherheit durch periodische Schiefstellung seiner Axe während einer Schraubenumdrehung bedingt. Dass hierdurch, vorausgesetzt dass selbst die Endfläche des Steins korrekt ist, starke Messungsfehler verursacht werden können, ist ohne weiteres klar. Um dem abzuhelfen, ist das Zwischenstück *K* eingeführt, welches mit einem Trichter an der Kugel der Schraube und mit einer Kugel in einem Gesenk des Steines liegt. Schneiden sich in der That die Axen, so wird bei der Bewegung der Schraube die Axe des Kugelstücks einen Kegelmantel beschreiben, ohne dass auf die Schraube oder den Steinzylinder ein Zwang ausgeübt würde, und der Zylinder wird um den wirklichen Betrag der Schraubensteigung vorschreiten. Allerdings liegt dabei auch die Endfläche des Steines schief zur Schraubenaxe, jedoch ist darin kein Fehler begründet, da sich nach dieser Fläche die zweite Ebene, die Steinlinse anordnet. Ein weiteres Bedenken könnte erhoben werden gegen eine willkürliche Drehung des Steins um seine Axe bei der Drehung der Schraube; aber diese Drehung würde keinerlei Fehler im Gefolge haben können, ob die Axe schief steht oder nicht, falls die Endfläche eben und normal zum Zylinder liegt. Hier wird also die Korrektheit der Arbeit für eine Fehlerlosigkeit bürgen müssen und wird es auch können, da die normale Lage der Fläche und ihre Planität, wenn auch schwierig, sich erreichen und durch empfindliche Prüfmittel sich kontroliren lässt. Die ebene Form beider messenden Flächen ist eine der Hauptbedingungen für die Fehlerfreiheit des Instruments. Aber wenn sich schon die Endfläche des Steinzylinders den strengsten Anforderungen entsprechend herstellen lässt, so sind bei der Verfertigung der Steinlinse keine weiteren Schwierigkeiten vorhanden, da die erschwerende Bedingung einer normalen Lage zu irgend einer Axe in Wegfall kommt.

Eine weiter zu untersuchende Frage ist es, ob die für sich fertig geschliffene Linsenfläche in Bezug auf die Kugelaxe *P* der Stahlfassung *H* eine bestimmte Lage haben muss. Eine kurze Betrachtung wird auch darüber Aufschluss geben. Auf den ersten Blick erscheint die Einrichtung einwandsfrei, wenn die Steinebene in der Axe selbst liegt. Aber neben der praktischen Schwierigkeit der Anordnung hätte man auch kein Merkzeichen für diese Lage, und man ist genöthigt, die Fläche aus der Axe heraustreten zu lassen. Sie kann in diesem Falle parallel oder schief zu derselben liegen. Betrachtet man zunächst den ersten Fall, so wird man ohne Weiteres einsehen, dass diese Lage, sobald sie eine konstante bleibt, keinen Fehler bedingen kann, weil sicherlich in einer bestimmten Stellung, die bei jeder Messung wieder erreicht werden muss, der Nullstellung, die Fläche mit der Zylinderfläche zusammenfallen muss und dass ihre ausseraxiale Lage nur einen Einfluss auf die Lage des nach ihr korrigirten Nullpunktes am Gestell *B* ausüben kann. Die nämlichen Verhältnisse liegen, wie weiterhin einleuchtet, bei einer schiefen Lage der Fläche vor. In diesem Falle allerdings wird sich das Instrument nur für Messungen von Körpern eignen, die wirklich parallele Begrenzungen haben; denn bei Einführung z. B. eines Kegels zwischen die messenden Flächen, der sich ebenfalls an die Zylinderfläche anlegen würde und dem sich die Linsenfläche gerade so anschlösse wie dem Zylinder, würde diese letztere eine auf einem Kegelmantel,

dessen Axe die Kugelaxe der Stahlfassung bildet, liegende Bewegung ausführen und unrichtige Ablesungen ergeben. Diese Betrachtung ist indess eine müssige, da das Instrument lediglich für die Ausmessung von Körpern mit parallelen Begrenzungen konstruirt ist und auf seine Brauchbarkeit nur für diesen Fall untersucht wird. Aus Gründen äusserlicher Art wird man natürlich die Linsenfläche möglichst parallel der Axe in die Fassung *H* kitten.

Auch die Lage der Axen *P* und *N* (Fig. 4) zu einander kann eine willkürliche sein. Der bei der Betrachtung einfachste, für die Herstellung aber schwierigste Fall ist derjenige, in welchem beide Axen in derselben Ebene liegen und sich rechtwinklig schneiden. Die rechtwinklige Lage ist, wie ohne Weiteres klar liegt, nicht unbedingt nöthig, da sich die Fläche auch um eine schief liegende Axe frei anordnen kann, nach der die Lage bedingenden Zylinderendfläche. Für die Untersuchung der Nothwendigkeit, dass beide Axen in derselben Ebene liegen, kommen dieselben Erwägungen in Betracht wie bei der Lage der Linsenfläche zur Axe *P*. Auch hier ist ohne Einführung eines Fehlers die Lage in verschiedenen Ebenen möglich. Aus demselben Grunde erklärt sich die Fehlerlosigkeit einer schiefen Lage der Axe *N* zur Endfläche des Steinzylinders.



Fig. 4.

Nimmt man bei schiefer Lage von *N* die Lage der Linsenfläche in der Nullstellung als fest an, so würde dieselbe, in paralleler Richtung zu *N* betrachtet, bei einer Neigung einen Kegelmantel beschreiben, also eine Neigung zur Zylinderendfläche besitzen. Dieser Fehler ist eliminirt durch die Einführung der eine freie Anordnung zulassenden Axe *P*.

Es wäre weiterhin denkbar, dass eine Unparallelität zwischen der Zeigeraxe und *N* einen Fehler in die Messung einführen könnte. Bei der Bewegung des Gelenkstückes *B* um *N* und bei der dabei erzeugten Bewegung des Zeigers um seine Axe gleitet der Stift *E* in dem Schlitz des Zeigers in der Richtung seiner Länge, da ja die Kreisbewegungen Beider sehr verschiedene Radien haben. Hierbei wird einerseits das Hebelverhältniss am Zeiger verändert, so dass die Empfindlichkeit seiner Angaben eine mit zunehmender Neigung geringere wird, andererseits tritt, falls eine Neigung der Zeigeraxe zu der des Gelenkstückes vorhanden ist, auch eine Verschiebung der Berührungsstelle in der Axenrichtung des Stiftes ein. Steht nun der Stift nicht parallel zu *N*, so tritt unbedingt in der Zeigerbewegung eine Verzögerung oder Beschleunigung ein, d. h. die Empfindlichkeit verändert sich. Dieser Fall ist durch die Arbeit niemals ganz zu beseitigen, hat aber auch für die Messungsresultate gar keinen oder einen sehr geringen, innerhalb der Genauigkeitsgrenzen liegenden Werth. Bei der Bestimmung des Nullpunktes ist dieser Fall ebenfalls vorhanden gewesen, und da ja bei der Messung nicht die Bewegung des Zeigers, sondern seine endgiltige Nullstellung in Betracht gezogen wird, die, falls nicht Einflüsse der Temperatur oder anderer Art sich geltend machen sollten, stets dieselbe bleibt, so fällt dieser Fall von selbst heraus. Aus ebendemselben Grunde würde auch jeder andere in der Anordnung des beweglichen Nullpunktes noch vorhandene konstante Fehler unschädlich werden, wenn nur in der Nullstellung selbst die beiden messenden Flächen sich vollkommen gedeckt haben.

Es ist demnach auch noch zu untersuchen, ob die Empfindlichkeit der Methode für die Bestimmung des Nullpunktes für diejenige des Instrumentes ausreicht. Wie weiter oben bemerkt ist, beruht die Prüfung auf der Beobachtung der Interferenzfarben und deren Verschwinden. Es ist eine bekannte Thatsache, die in der praktischen Optik bei der Feststellung der vollkommenen Uebereinstimmung zweier Flächen im ausgedehntesten Maasse benutzt wird, dass dieselben vollkommen die gleiche Gestalt haben und sich vollkommen decken, wenn sie beim Daraufsehen eine gleichmässig unbestimmt graue Färbung zeigen. Der geringste Unterschied in der Form und Lage der Flächen zu einander veranlasst die Entstehung der sogenannten „Farben dünner Blättchen“, die ihren Grund in der Interferenz der Lichtwellen haben. Betrachtet man zwei gegen einander in sehr kleinem Winkel geneigte ebene Glasplatten in monochromatischem Lichte, so bemerkt man je nach Grösse des Winkels in geringerer oder grösserer Entfernung eine Anzahl neben einander liegender heller oder dunkler Streifen, die nach den Interferenzgesetzen an den Stellen entstehen, wo die Phasendifferenz der auf der vorderen Fläche des von den Platten eingeschlossenen Luftkeiles auffallenden und der von der hinteren Fläche reflektirten Strahlen $^1/_4$ bezw. $^1/_2$ Wellenlänge und ein Vielfaches derselben beträgt. Es mögen bei dieser Untersuchung die hellen Streifen in Betracht gezogen werden, deren Beobachtung durch die Oeffnung O bequemer ist als die der dunklen. Die Dicke des Luftkeils an der Stelle des ersten hellen Streifens beträgt nach Messungen von Newton, Fresnel, Fraunhofer ebenfalls $^1/_4$ der Wellenlänge. Verwendet man zur Beobachtung rothes Licht, so wird, wenn man die von Fraunhofer für die im Roth des Spektrums liegende Linie C ermittelte[1]) Wellenlänge von 0,656 μ (Mikron) in Rechnung zieht, die Dicke am ersten hellen Streifen 0,164 μ betragen. Entsteht der erste helle Streifen dicht am Rande der messenden Flächen, so würde der bei der Nullstellung gemachte Fehler, da man stets nahe dem Mittelpunkte der Flächen messen wird, einen Betrag von 0,082 μ erreichen, der bei der von dem Instrumente verlangten Empfindlichkeit von Einheiten der dritten Dezimalstelle gänzlich ausser Acht gelassen werden kann. Nun aber ist es nach den beim Gebrauche des Instruments gemachten Erfahrungen sehr leicht möglich, die genaue Deckung beider Flächen dadurch zu erlangen, dass man einmal den ersten hellen Streifen am rechten Rande, sodann am linken Rande erscheinen lässt, in beiden Fällen die Einstellung der Trommel merkt und dieselbe nunmehr auf das Mittel beider Ablesungen einstellt, wobei man natürlich wieder auf die Drehung der Schraube in stets gleichem Sinne zu achten hat. Diese Genauigkeit in der Feststellung des Nullpunktes genügt sicherlich der Empfindlichkeit des Instruments, vorausgesetzt, dass sie nicht durch Unsicherheit in der Zeigeranordnung verringert wird. Nimmt man die Strichdicke der Nullmarken zu 0,03 *mm* an, bei welchem Betrage die Ablesung mit blossem Auge bequem ist, so wird man bei der Koinzidenz beider Striche einen üblichen Einstellungsfehler von 0,05 *mm* der Strichstärke, hier also 0,0015 *mm* machen. Wenn die Angabe des Zeigers aber das Hundertfache derjenigen der messenden Flächen beträgt, so ist der Einstellungsfehler nunmehr 0,000015 *mm* gross. Dieser Betrag dürfte aber bei weitem zu klein angenommen sein, da gewisse, ohne Weiteres nicht zu umgehende prinzipielle Inkorrektheiten in der An-

---

[1]) Fraunhofer, Denkschriften der Münchener Akademie aus dem Jahre 1823. Gilberts Annalen. Bd. 74.

ordnung der Bewegungsübertragung des Gelenkstückes auf den Zeiger sich bemerkbar machen. Der Stift *E* besteht aus Stahl und würde, falls man den Zeiger aus einem weicheren Material verfertigt, bei unausgesetzter Einwirkung auf denselben einen Eindruck verursachen und mit der Zeit die Ablesung fehlerhaft machen. Aus diesem Grunde ist bei dem Instrument der Zeiger aus dünnem Stahlblech angefertigt. Aber auch hierdurch ist nicht eine vollkommene Fehlerfreiheit erreicht, sondern vielmehr eine neue Fehlerquelle in die Messung eingeführt; da der Angriffspunkt des Stiftes *E* an den Hebel in verhältnissmässig grosser Entfernung von seiner Befestigung am Gelenkstücke liegt, so kann eine Torsion der Verbindung eintreten, besonders dann, wenn das Gewicht des Zeigers einen verhältnissmässig bedeutenden Werth erhält. Ueber die Grösse des Werthes dieser Torsion liegen dem Verfasser keine Erfahrungen vor; es lässt sich aber wohl annehmen, dass bei den Abmessungen des Stiftes und der geringen Masse des Zeigers die durch die Torsion verursachten Fehler einen unterhalb der Genauigkeitsgrenze des Instruments liegenden Werth besitzen. Auch die Sicherheit der Axen *P* und *N* und derjenigen des Zeigers *Z* wird einen Einfluss auf das Messungsresultat ausüben. Jedoch ist diese Sicherheit bei der Verwendung von Kugelaxen die denkbar grösste, da sich mit grösster Feinheit jeder Spielraum bei der Justirung der Axen entfernen lässt.

Es möge nun auch Rücksicht genommen werden auf einen Fehler, der sich einschleichen könnte, selbst wenn die Nullstellung mit denkbarster Genauigkeit erreicht ist und sämmtliche Fehler aus allen übrigen Theilen herausgeschafft sind. Dieser Fall liegt in dem anfangs schon besprochenen Spielraum der Messschraube in ihrem Lager. Ist dieser Spielraum in der That vorhanden, so würde bei zweimal hinter einander erfolgenden Einstellungen des Nullpunktes die Trommel eine andere Ablesung ergeben können, wenn die Schraube in dem einen Fall gegen die vom Messenden aus linke und im andern Fall gegen die rechte Lagerwandung gelegt ist. Es würde hierin derselbe Nachtheil liegen wie in einer Exzentrizität des Kopfes, und man wird angewiesen sein, den Spielraum, wenn möglich, gänzlich zu beseitigen durch die erwähnte Vorrichtung, und stets für sorgfältige Reinigung und Oelung der Schraube zu sorgen.[1])

Es erübrigt nun noch, den Einfluss der Temperatur auf das Messungsresultat zu beleuchten und die für den Gebrauch des Instruments sich ergebenden Schlussfolgerungen zu ziehen. Bestimmt man den Nullpunkt in oben angegebener Weise bei sehr verschiedenen Temperaturen, so werden der Theorie nach die Trommeleinstellungen verschiedene sein, und zwar hat diejenige bei höherer Temperatur erhaltene einen negativen Werth, wenn man die erste gleich Null setzt; der aus Messing bestehende Hauptkörper hat sich ausgedehnt, dabei den Zylinder und die Schraube mitgenommen, die man somit über den Nullstrich der Trommel hinaus drehen muss, um wiederum die Koinzidenz der Striche an *B* zu erreichen. Es wird hierbei nicht der ganze Betrag der Ausdehnung in Rechnung gehen, sondern nur die Differenz derselben mit derjenigen an der Schraube, die aus Stahl gefertigt ist. Dieser Betrag hat bei einer Temperaturveränderung um 10° für die in Betracht zu ziehende Länge des Hauptkörpers bis zur Axe *N* den Werth von 0,0000789 *mm*, kann also auf das Messungsresultat selbst keinen Einfluss ausüben;

---

[1]) Vgl. hierüber Knorre, *Untersuchungen über Schraubenmikrometer, diese Zeitschrift 1891. S. 41 und 83.*

da aber die Temperaturveränderungen, denen das Messinstrument beim Messen selbst und auch in der Ruhe ausgesetzt ist, in weit engeren Grenzen liegen, so wird selbst dieser an sich schon unbedeutende Fehler noch verkleinert. Nichts destoweniger wird man gut thun, jede Erwärmung des Hauptkörpers bei der Operation des Messens zu vermeiden.

Für den Gebrauch des Reichel'schen Mikrometertasters hat sich in Folge der Untersuchungen über seine Fehlerquellen und der beim Messen gemachten Erfahrungen eine gewisse Folge von Manipulationen als zweckmässig herausgestellt, deren Einhaltung die möglichste Sicherheit des Messungsresultates verbürgt. Sie mögen zum Schlusse hier angeführt werden:

Vor dem Beginn einer Anzahl von Messungsreihen wird das Instrument auf seine Zuverlässigkeit untersucht, vornehmlich der Gang der Schraube, Befestigung des Index und der Trommel und die Sicherheit sämmtlicher Gelenke geprüft.

Vor jeder Reihe von Messungen wird eine neue Bestimmung des Nullpunktes vorgenommen und die Stellung der Trommel und der Nullmarke an B darnach korrigirt oder der sich möglichenfalls ergebende Fehler für alle folgenden Messungen in Rechnung gezogen. Für die Bestimmung des Nullpunktes in oben angeführter Weise ist es nöthig, die messenden Flächen sorgfältig von Staub oder Fett zu befreien; erfahrungsmässig gelingt dies am Besten mit Stanniol, welches man um eine Pinzette legt und mehrmals durch frisches ersetzt. Für die Beobachtung der Streifen eignet sich ein rubinrothes Glas, welches man mittels Lupenfassung in's Auge klemmt.

Um das Freisein von zufälligen Fehlern festzustellen, wird die Nullbestimmung mehrmals in Zwischenräumen hintereinander ausgeführt; man erhält dabei gleichzeitig Aufschluss über die Zuverlässigkeit der Angaben, die stets in engsten Grenzen übereinstimmten.

Beim Messen wird das Instrument am kardanischen Gelenk D mit der linken Hand gefasst und mit der rechten Hand die Schraube gedreht. Eine Berührung des Hauptkörpers muss vermieden werden, um in der Zeit der Messung die Temperatur möglichst auf demselben Stande zu erhalten. Demgemäss ist es auch zweckmässig, die Zeit der Messung möglichst zu verkürzen, ohne jedoch durch Uebereilung andere Unsicherheiten einzuführen.

Die Schraube wird stets in demselben Sinne, am Einfachsten „rechts" gedreht. Nach Ueberschreiten der Nullstellung dreht man um ein Ueberflüssiges zurück und stellt von Neuem durch „Rechtsdrehung" ein.

Die Messungen sind natürlich relativ und beziehen sich auf das Verhältniss der Schraubensteigung zum Normalmaass.

Eine Reihe von Vergleichungen zwischen Messungsergebnissen dieses Instrumentes mit denen eines anderen für stationären Gebrauch konstruirten ergab eine weitgehende Zuverlässigkeit desselben. Die Unsicherheit der Messung lag in jedem Falle innerhalb der Grenzen von 2 μ.

Ueber den Gebrauch der Aräometer.

Von
Fr. Maly in Wien.

Die unter gewöhnlichen Umständen mit einem Aräometer erreichbare Genauigkeit hängt scheinbar von der Natur der Flüssigkeit ab, in welcher die Versenkungen vor sich gehen. Es ist eine feststehende Thatsache, dass die Vergleichung zweier Aräometer in gewissen Flüssigkeiten, z. B. hochgradigem Spiritus, befriedigende Resultate liefert, während eine Uebereinstimmung der Angaben der Instrumente in anderen Flüssigkeiten, z. B. schwachem Spiritus, Wasser u. a., namentlich bei niedrigen Temperaturen trotz einer vorhergehenden sorgfältigen Reinigung derselben nicht zu erzielen ist. Noch grösser zeigen sich die Abweichungen, wenn ein solches Instrument direkt aus hydrostatischen Wägungen bestimmt werden soll und im erhöhten Maasse bei sehr dünnen Spindeln. Es tritt hier gewöhnlich die Erscheinung zu Tage, dass das Instrument momentan zur Ruhe gelangt und die an der Spindel gehobene Flüssigkeit gegen diese scharf begrenzt erscheint und einen grossen Randwinkel bildet, während im hochgradigen Spiritus das Instrument allmälig ausschwingt und der gehobene Flüssigkeitsspiegel gegen die Spindel fast tangential verläuft.

Dieser Umstand veranlasste die K. Normal-Aichungs-Kommission in Berlin zu umfassenden Untersuchungen, um bei der Bestimmung der Alkoholometernormale den erwünschten Grad der Genauigkeit zu erreichen (*Metronomische Beiträge 6 und 7*). Und wenn auch die k. k. Normal-Aichungs-Kommission in Wien bei der Herstellung der Normalsaccharometer und bei der Etalonirung der Alkoholometernormale auf einem einfacheren Wege[1]) zu sehr befriedigenden Resultaten gelangt ist, erscheint es doch von allgemeinem Interesse, ein Verfahren kennen zu lernen, welches eine Genauigkeit in der Bestimmung zulässt, die wohl zu genaueren Vergleichungen hinreicht, insbesondere aber wegen seiner ausserordentlichen Einfachheit beim Gebrauche des Aräometers in der Praxis zur Erhebung des Gehaltes oder der Dichte einer Flüssigkeit angewendet zu werden geeignet erscheint.

Wie man sofort sehen wird, ist die in den Angaben eines Aräometers erreichbare Genauigkeit nicht von der Natur der Flüssigkeit, in welche dasselbe versenkt wird, sondern lediglich von dem Zustand der Spindel abhängig. Damit soll nicht gesagt sein, dass die ungleiche Kapillarattraktion bei verschiedenen Flüssigkeiten nicht zur Geltung kommen soll.

Die Spindel ist im allgemeinen mit einer, wenn auch noch so minimalen Fettschicht überzogen, welche bei Flüssigkeiten, die Fette lösen, die Kapillarattraktion nicht beeinträchtigt; daher die günstigen Ergebnisse in Alkohol, Mineralölen u. s. w. Bei Flüssigkeiten, welche Fette nicht lösen, lässt diese Fettschicht die Kapillarattraktion nicht vollends zur Geltung kommen und die Instrumente tauchen zu wenig ein, und zwar bald mehr bald weniger, je nach der Beschaffenheit des Fettes.

Diese Fettschicht lässt sich auf eine sehr einfache Weise beseitigen. Das Verfahren besteht darin, dass man die Spindel des Aräometers, nachdem dasselbe von der ihm anhaftenden auffälligen Unreinlichkeit befreit worden ist, mit einem reinen mit Wasser angefeuchteten, jedoch nicht nassen Leinwandlappen abreibt und hierauf die zurückgebliebene Feuchtigkeit verdunsten lässt.

[1]) Die Instrumente wurden, nachdem sie gereinigt worden sind, durch 10 bis 14 Tage hindurch unter Wasser verwahrt, bevor mit ihnen die Beobachtungen gemacht worden sind.

Zur Beschleunigung der Verdunstung empfiehlt es sich, das Instrument in reinen Alkohol zu tauchen.

Von der Richtigkeit des eben Gesagten kann man sich durch den folgenden Versuch überzeugen: Streicht man mit einem Stück Talg über eine Glasplatte, so kann die zurückgebliebene Fettspur durch Daraufdrücken eines feuchten Leinwandlappens fast vollständig beseitigt werden, während ein trockener Leinwandlappen dieselbe kaum verändert.

Zur Beleuchtung der auf diese Art erreichbaren Genauigkeit seien zwei Beobachtungsreihen in destillirtem Wasser, die eine nahe bei 6° C., die andere nahe bei 17° C. angeführt, welche der Verfasser mit einem Aräometer, welches Dichten bei Null Grad giebt, in der Weise gemacht hat, dass er die der Spindel nach dem Abreiben anhaftende Feuchtigkeit unmittelbar verdunsten liess.

Die Skale des Instrumentes reicht von 0,9750 bis 1,0250 und ist nach 0,0002 getheilt. Ein solcher Theil hat in der Nähe von 1 eine Länge von 1,09 *mm*.

Die Reduktion auf Null erfolgte unter der Annahme einer mittleren kubischen Ausdehnung für Glas $\psi(\tau) = 0{,}000024$ für 1° C. Die Dichte des Wassers D_τ ist den *Annalen der Physik u. Chemie N. F.* **44.** *S. 172* entnommen.

In der folgenden Zusammenstellung ist τ die Temperatur des Wassers nach der Wasserstoffthermometerskale, l die Ablesung am Aräometer, D_τ die Dichte des Wassers bei τ° C. und $l/(1+\psi(\tau))$ die beobachtete Dichte. Die nächste Spalte enthält den Unterschied zwischen der beobachteten und der faktischen Dichte des Wassers oder die Korrektion der Spindel mit umgekehrten Zeichen $l/(1+\psi(\tau)) - D_\tau$, und in der letzten Spalte sind die Abweichungen vom Mittel angeführt.

Temperatur n. Cels. τ	Ablesung von oben l	$\frac{l}{1+\psi(\tau)}$	Dichte des Wassers D_τ	$\frac{l}{1+\psi(\tau)} - D_\tau$	Abweichung vom Mittel 6. Dez.
4,51	1,00031	1,000202	0,999994	0,000208	+ 85
5,45	21	079	980	099	— 24
6,09	17	024	962	062	— 61
6,39	21	057	963	094	— 29
6,64	20	041	939	102	— 21
6,88	21	042	933	109	— 14
7,03	1,00026	1,000091	927	164	+ 41
17,40	0,99931	0,998892	736	156	+ 33
17,56	27	849	707	142	+ 19
17,65	28	856	691	165	+ 42
17,66	20	776	689	087	— 36
17,64	0,99920	0,998777	0,999693	0,000084	— 39
			Mittel	0,000123	

Aus diesen 12 Beobachtungen ergiebt sich der wahrscheinliche Fehler einer Beobachtung:

$$r = \pm\, 0{,}000029 = \pm\, 0{,}16\ mm.$$

Eine grössere Genauigkeit weisen die *Metronomischen Beiträge* auch nicht auf. Man findet z. B. in *No. 7 S. 33* für die Spindel *A* (für Gewichtsprozente) aus den 13 in der Nähe von Null gemachten Beobachtungen:

$$r = \pm\, 0{,}22\ mm,$$

oder aus den 16 Beobachtungen in der Nähe von 11%:

$$r = \pm 0{,}15\ mm.$$

Schliesslich ist noch die Bemerkung am Platze, dass ein Aräometer ganz unbrauchbare Resultate liefert, wenn es mit einem vollständig trockenen, noch so reinen Lappen abgewischt wird, mochte es auch vorher völlig rein gewesen sein.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Die internationale elektrotechnische Ausstellung zu Frankfurt a. M.

(Fortsetzung.)

Die Firma Hartmann & Braun hatte in einer besonderen Halle ihre wissenschaftlichen und technischen Apparate zur Ausstellung gebracht. Das Gebäude war in einen Ausstellungsraum und in ein vollständig eingerichtetes Laboratorium getheilt; im letzteren waren die Instrumente derart aufgestellt und verbunden, dass sie sofort in Gebrauch genommen werden konnten. Die bedeutsamsten und neuesten der Apparate mögen im Nachstehenden kurz betrachtet werden.

Das von der Firma ausgestellte Telethermometer dient der Fernregistrirung von Temperaturen. Die betreffenden Räume werden durch elektrische Leitungen mit der Messstelle verbunden. Die Uebertragung der Temperatur beruht auf dem Prinzip der Veränderung des elektrischen Widerstandes von Metallen mit der Temperatur. Die eigentlichen Temperaturmesser des Apparates bestehen aus Drahtspiralen, die an dem betreffenden Orte zwischen die Leitung geschaltet sind. An der Zentralstelle findet nun bei Ausführung einer Messung die Bestimmung des jeweiligen Widerstandes statt und an einer am Instrument befindlichen Skale kann die dem elektrischen Widerstande entsprechende Temperatur direkt abgelesen werden. Die Widerstandsmessung erfolgt nach der Differentialmessmethode; zwei von gleicher Stromquelle gespeiste Ströme wirken auf ein Galvanometer in entgegengesetzt gerichteten, an Zahl gleichen Windungen ein. Das Galvanometer wird in Folge dessen seine Nullstellung beibehalten, sobald die beiden Stromstärken vollkommen gleich sind. Die Theile des Telethermometers sind nun so geschaltet, dass der zur Temperaturbestimmung dienende Widerstandsdraht in dem einen Stromkreise liegt, während in den zweiten ein veränderlicher Widerstand geschaltet ist, dessen einzelne Zuschaltstücke einer Temperaturveränderung von 2° entsprechen. Die Handhabung des Apparates ist folgende: In der Mitte einer Skalenscheibe befindet sich ein Kurbelknopf, welcher die Verbindung von Batterie und Leitung ermittelt. Bei Drehnng desselben erfolgt die Einschaltung der Zusatzwiderstände für je 2°, was so lange fortzusetzen ist, bis der Zeiger des Galvanometers, der bei dem Stromschluss ausschlug, seine Ruhelage wieder angenommen hat. Ein Zeiger auf der Skalenscheibe gestattet das direkte Ablesen der dem Widerstande entsprechenden Temperatur. Ohne weitere Umänderung lässt sich vorstehender Apparat mit einer beliebigen Anzahl Leitungen nacheinander verbinden, was durch einen entsprechenden Umschalter bewerkstelligt wird. Für die Genauigkeit der gesammten Einrichtung ist es vortheilhaft, dass die Widerstände des Messapparates aus Materialien mit kleinen Temperaturkoeffizienten hergestellt sind; für den zu messenden Widerstand wählt man Eisen.

Das elektrische Pyrometer ist ein dem vorbeschriebenen ähnliches Wärmemessinstrument, auf dem gleichen Prinzip, der Veränderung des elektrischen Widerstandes eines Drahtes mit der Temperatur, beruhend; dasselbe gestattet Temperaturen bis 1000° zu messen. Ein hermetisch verschlossenes Eisenrohr trägt im Innern eine Platinhülse, in welcher sich auf Chamotte gelagert der zur Messung dienende Platindraht befindet, dessen Enden nach aussen geführt und zum Anschluss an die Leitung entsprechend befestigt

sind. Die Widerstandsmessung erfolgt mittels Wheatstone'scher Messbrücke unter Verwendung eines Telephons. Der einfacheren Handhabung wegen ist der Messdraht der zugehörigen Brücke auf der Peripherie einer runden drehbaren Scheibe befestigt und eine neben demselben angebrachte empirisch bestimmte Skale gestattet das direkte Ablesen der Temperatur.

Das Torsionsgalvanometer ist für direkte Ablesung gebaut und unterscheidet sich von anderen derartigen Instrumenten durch die Form des Magneten und dessen Anordnung zu den wirkenden Spulen. Der in Form eines nicht ganz geschlossenen Ringes ausgeführte Magnet aus Stahlrohr ist zur Erreichung möglichster Konstanz durch ein Eisenstück fast vollständig geschlossen und bewegt sich horizontal drehbar mit je einer Hälfte in einem Solenoïd. Die Anordnung des Magneten zu den Spulen ist so gewählt, dass eine grössere Verschiebung beider Theile zu einander gestattet ist, ohne die Kräftewirkung auf einander wesentlich dabei zu ändern. Die Aufhängung des Magneten geschieht an einem Kokonfaden und eine Torsionsfeder dient dazu, dem Drehungsmomente des Stromes entgegen zu wirken. Ein Paar am Magneten befestigte Aluminiumflügel wirken als Luftdämpfung.

Das Torsionselektrodynamometer ist nach dem gleichen Prinzip wie das vorstehende Instrument gebaut. An Stelle des Stahlmagneten ist eine Spule von gleicher Form wie dieser gesetzt; dieselbe ist jedoch hier festgelegt, während das Doppelsolenoïd dem Drehungsmoment des Stromes folgt. Das Solenoïd, an einem Kokonfaden aufgehängt, erhält den Strom durch zwei Spiralfedern, deren Torsionskraft gleichzeitig als Gegenkraft wirkt. Das Instrument wird ausgeführt als Strom-, Spannungs- und Wattmesser und unterscheidet sich demgemäss in seiner Wicklung.

Die rasche Art der Aufstellung, welche das Deprez-D'Arsonval'sche Galvanometer durch seine Unabhängigkeit vom magnetischen Meridian, sowie durch die Führung der beweglichen Spule innerhalb des magnetischen Feldes gestattet, giebt dem Instrument einen nicht zu unterschätzenden Vortheil. Gegenüber den bisherigen Konstruktionen hat die Firma einige Aenderungen an diesem Instrument eingeführt. Das Galvanometer besitzt sechs kräftige Stahlmagnete, deren gleichnamige Pole durch ein Polstück verbunden werden. Dieses Polstück, sowie die Vertheilung der Magnete dient zur Erzielung eines der Grösse der sich bewegenden Spule entsprechenden möglichst homogenen Feldes. Die letztere wird von einem dünnen Metalldrahte, welcher gleichzeitig zur Stromzuführung benutzt wird, getragen, während von unten, zum Festhalten des Drehpunktes dienend, ein Kokonfaden durch eine Feder angespannt ist. Die weitere Stromleitung zur Spule geschieht durch eine dünne, die Bewegung kaum beeinflussende, seitlich befestigte Spiralfeder. Die Instrumente werden eingerichtet mit Gradeintheilung und Zeigerablesung, oder werden auch für Fernrohrablesung mit einem Spiegel versehen. Als Differentialgalvanometer erhält die Spule zwei gleiche Wicklungen und entsprechend vier Stromzuleitungen. Ein solches Galvanometer wird bei dem vorerwähnten Telethermometer verwendet.

Im Laboratorium waren eine grössere Anzahl von Spiegelgalvanometern nebst den zugehörigen Fernrohren mit Stativen verschiedener Konstruktion und den verschiedenen Anforderungen entsprechend auf freien Steinpfeilern aufgestellt. Erwähnt mögen hierbei ausser einer Anzahl grösserer Spiegelgalvanometer noch ein Spiegelgalvanometer mit Fernrohrablesung werden, bei welchem letzteres mit dem Instrument durch einen drehbaren ausbalanzirten Metallarm verbunden war.

Zu sofort vorzunehmenden Messungen hatte die Firma sämmtliche von ihr gebauten Arten von Messbrücken messbereit aufgestellt.

Die Universalmessbrücke für Galvanometer oder Telephon mit direkter Ablesung und zugehörigen Vergleichswiderständen gestattet die Ausführung von Widerstandsmessungen mit der für die Praxis erforderlichen Genauigkeit. Zur Erzeugung des Wechselstromes bei Messung von Elektrolyten u. s. w. mittels Telephon dient ein kleiner auf der Brücke mit angebrachter Induktionsapparat. Eine Brücke zum Messen kleiner Widerstände

(Beleuchtungskohlen, Materialien) besitzt ausser einem 500 *mm* langen Messdrahte mit Schleifkontakt und einem Verzweigungsrheostaten Klemmvorrichtungen, die auf einer Theilung verschiebbar sind, um das zu messende Material auf genaue Länge einklemmen zu können. In dem von der Firma gebauten Nippoldt'schen Blitzableiteruntersuchungsapparat befindet sich eine kleine Telephonbrücke sehr handlicher Form, die dem Zwecke des Messens von Uebergangswiderständen bei Blitzableitern Genüge leistet. Messdraht und Vergleichswiderstand sind in der Dose des Telephons mit untergebracht. Durch Drehen einer Scheibe, die als Rückwand des letzteren dient und mit Theilung versehen ist, wird das Verschieben des Schleifkontaktes bewirkt. — Bei der Walzenmessbrücke nach Kohlrausch ist der Messdraht auf einer mit Gewinde versehenen drehbaren Marmorwalze aufgewunden. Als Kontakt dient ein an seinem Rande eingedrehtes, seitlich auf seiner Axe verschiebbares Rädchen, welches auf dem Messdrahte läuft. Die Stellung des Rädchens auf seiner Axe, sowie die an einem Theilkreise ablesbare ausgeführte Drehung der Walze gestattet das Bestimmen der beiden Messdrahttheile. — Es waren weiter noch ausgestellt eine Wheatstone'sche Brücke mit 1 *m* langem Messdraht, sowie die durch geeignete Zusammenstellungen von Widerständen auf gemeinschaftlichen Hartgummiplatten hergestellten Stöpselmessbrücken mit an den entsprechenden Stellen angebrachten Anschlussklemmen und Stromschlüssel für Batterie und Galvanometerzweig.

Die von Hartmann & Braun nach eigener Konstruktion gefertigten Spannungs- und Strommesser waren in allen zur Zeit eingeführten Grössen ausgestellt. Zur Kontrole der Spannung in elektrischen Anlagen baut die Firma Voltmeter mit Kontaktvorrichtung, welch' letztere in Thätigkeit tritt und mittels eines Relais akustische oder optische Signale giebt, sobald die Spannung unter die normale sinkt oder sie übersteigt. Einem ähnlichen Zwecke dient auch das Differentialvoltmeter, welches zwei getrennte Solenoïde mit einem gemeinschaftlichen Eisenkern besitzt. Dieses Instrument soll an solchen Stellen Verwendung finden, wo es erforderlich ist, zwei Stromkreise mit möglichst gleicher Spannung zu erhalten (z. B. im Dreileitersystem oder bei Parallelschaltung von Dynamomaschinen). Jedes Solenoïd wirkt der Spannung seines Stromkreises entsprechend auf den Eisenkern und sucht den letzteren entgegengesetzt zu bewegen. Wirken beide Solenoïde unter gleicher Spannung, so bleibt der Eisenkern in Ruhe. Ist eine Differenz in den Spannungen vorhanden, so wird die vom Kern ausgeführte Bewegung auf einen Zeiger übertragen, welcher, über einer Skale sich bewegend, nach dieser oder jener Seite dem Stromkreise mit höherer Spannung entsprechend ausschlägt und die Differenz in Volt abzulesen gestattet.

Unter den Ausstellungsgegenständen befanden sich ferner noch eine Anzahl anderer wissenschaftlicher Instrumente, von denen einige noch Erwähnung finden sollen. Von den von der Firma ausgestellten Schaltapparaten für elektrische Betriebe mögen eine Anzahl Zellenzuschalter für Akkumulatoren verschiedener Konstruktion für einfache Zuschaltung durch Handbetrieb, für momentane durch Federübertragung und für automatische bei Aenderung der Spannung in Thätigkeit tretende Zuschaltung eingerichtet, sowie verschiedene bei zu hoher oder zu niederer Stromstärke automatisch wirkende Ausschalter Erwähnung finden.

Die wissenschaftliche Sonderausstellung der Firma Siemens & Halske erregte das besondere Interresse des Besuchers. Die Ausstellung zerfiel in mehrere Unterabtheilungen, die wir in Nachfolgendem zu schildern versuchen wollen.

Der von der Hauptmaschinenhalle kommende Strom wurde als Betriebskraft für zwei Elektromotoren verwendet, welche vermittels Riemen zwei Dynamomaschinen anzutreiben hatten. Diese letzteren dienten einerseits dem Maschinenmesszimmer als Messobjekte und andererseits zum Laden einer Akkumulatorenbatterie. Die Batterie, aus 32 Doppelzellen bestehend, war mit einer grösseren Anzahl von Schaltapparaten ausgerüstet. Um die Schaltungen den Bedürfnissen entsprechend möglichst verändern zu können, war ein Walzenumschalter angebracht, welcher sechs Kombinationen auszuführen ge-

stattete. Für den sicheren Betrieb dienten der jeweiligen Schaltung Rechnung tragende automatische Ausschalter. Ein automatischer Einschalter bewirkte den stets richtigen Polanschluss beim Laden der Batterie. Dieser Einschalter bestand aus einer Wippe mit kreuzweise verbundenen Quecksilbernäpfen. Bei stromloser Leitung wurde die Wippe durch Federn ausserhalb der seitlichen Quecksilbernäpfe gehalten. Das automatische Umlegen erfolgte durch zwei Elektromagnete, die ein an der Wippe angebrachtes Eisenstück bei Stromschluss anzogen und das Umlegen nach der einen oder andern Seite bewirkten, je nach Richtung des einzuschaltenden Maschinenstromes. Derjenige Theil der Sonderausstellung, für welche hauptsächlich die Akkumulatorenbatterie bestimmt war, stellte ein Aichzimmer dar. Hier wurde das Aichen oder Herstellen der Skalen für die von der Firma gefertigten Volt- und Amperemesser vorgeführt. Für beide Gattungen wurden die Ausschläge mit Hilfe des Siemens'schen Torsionsgalvanometers gemessen. Für Spannungsmessungen erhält das letztere entsprechenden Vorschaltwiderstand, für Stromstärkemessungen entsprechende Abzweigwiderstände. Beide Arten dieser Widerstände sind so bemessen, dass die Torsion des Instrumentes direkt die Spannung, beziehentlich Stromstärke unter Berücksichtigung der Dezimalen abzulesen gestattet. Der zu aichende Strom- oder Spannungsmesser erhält zunächst eine Skale mit Gradtheilung. Aus den vom Zeiger angegebenen Theilstrichen, sowie aus den am Torsionsgalvanometer abgelesenen Stromstärken oder Spannungen, welche durch Widerstände entsprechend gesteigert werden können, wird eine Kurve für das Instrument gezeichnet und aus dieser werden die Winkel abgenommen, welche der gewünschten Eintheilung entsprechen. Vermittels eines Transporteurs findet sodann die Uebertragung auf das für das Instrument bestimmte Skalenblatt statt.

Als Widerstände für die Stromregulirung werden verschiedene Konstruktionen angewendet. Vor Allem ist für eine möglichst geringe Temperaturerhöhung Sorge zu tragen, da mit der Temperaturschwankung auch Widerstandsveränderungen eintreten und durch diese wieder eine Rückwirkung auf den Strom erfolgt. Der zur Stromregulirung dienende Röhrenwiderstand aus Manganin gestattet einen Temperaturanstieg bis höchstens zur Temperatur des siedenden Wassers zu messen, was bei dem verwendeten Material nur unbedeutende Widerstandsveränderungen hervorbringt. Die Einrichtung ist folgende. Um einen runden Wasserbehälter von 1 *m* Höhe sind die aus Röhren mit verschieden grossem Durchmesser bestehenden Widerstände angeordnet. Dieselben stehen mit ihren unteren Enden in kommunizirender Verbindung, während die oberen nach dem Behälter zurückgebogenen Enden das siedende Wasser in denselben zurückführen.

Je zwei aufeinanderfolgende Röhren sind leitend fest verbunden, während eine weitere Verbindung der Paare durch Klauen bewerkstelligt wird, die bei Aufwärtsschieben das Einschalten von Widerstand herbeiführen.

Zur Erzeugung höherer Spannungen, als die Batterie zu entwickeln vermag, dient ein Gleichstromtransformator, bestehend aus zwei kleinen Dynamomaschinen, deren Anker auf einer Welle befestigt sind und verschiedene Wickelungen besitzen. Die Umsetzung erfolgt von 65 auf 1000 Volt. Die eine als Motor laufende Maschine erhält einen Strom unter 65 Volt Spannung, während die zweite Maschine einen solchen unter einer Spannung von 1000 Volt erzeugt.

In derselben Abtheilung wurde an kleinen Motoren die Bestimmung des Wirkungsgrades eines Elektromotors vorgeführt. Dies kann erfolgen entweder unter Anwendung eines Bremszaumes, wobei die dem Motor zugeführte elektrische Energie zu messen ist, oder auch vermittels eines Arbeitsdynamometers, als welches die Firma das von v. Hefner-Alteneck konstruirte Riemendynamometer verwendet, oder endlich drittens durch Messen der in einem zweiten Motor von bekanntem Wirkungsgrade erzeugten elektrischen Energie, sowie Messen der elektrischen Energie, welche der zu prüfende Motor einem von ihm getriebenen Motor mit bekannter Energie zuführt. Das Zählen der Umdrehungen findet mittels einer an der Axe angebrachten Schraube ohne Ende statt und wird auf elektrischem Wege

registrirt. Nach je 50 Umdrehungen des Motors giebt das durch die Schraube angetriebene Rädchen Kontakt und der geschlossene Stromkreis bewirkt auf dem Papierstreifen eines elektrischen Chronographen einen Punkt; der Apparat besitzt nebeneinander zwei Schreibhebel, die durch zwei in gesonderten Stromkreisen liegende Elektromagnete in Bewegung gesetzt werden. Der Stromkreis für den zweiten Magneten wird von einem Pendel innerhalb bestimmter Zeitintervalle geschlossen und hierbei wird mittels des zweiten Hebelarmes eine zweite Punktreihe parallel der ersten auf dem Papierstreifen gedruckt. Aus dem Verhältniss der beiden Punktreihen lässt sich leicht die Umdrehungszahl für die Zeiteinheit bestimmen, sobald die Schwingungsdauer des Pendels festgestellt ist.

Die von Siemens & Halske konstruirten Bogenlampen wurden in geeigneter Weise vorgeführt. Die Lichtbogen waren durch rothe Scheiben verdeckt, was ein Beobachten ohne weiteren Augenschutz gestattet, während der Regulirungsmechanismus frei gelegt war. Die Regulirung der Lampen lässt sich auf verschiedene Weise erreichen und je nach Schaltung wird die eine oder andere mehr Vortheile bieten. Die Regulirung kann erfolgen nach der Stromstärke oder der Spannung, oder auch nach Stromstärke und Spannung, welche gemeinschaftlich bei Veränderung in den Mechanismus eingreifen. Für die meisten Zwecke ist es erwünscht, den Brennpunkt an derselben Stelle zu erhalten und dementsprechend findet die Regulirung der Bewegung der Kohlen statt.

In einer weiteren Unterabtheilung wurden Kabelmessungen, sowie Prüfungen der erforderlichen Messinstrumente nebst den zugehörigen Apparaten vorgeführt. Jedes Kabel muss, ehe es dem Betrieb übergeben wird, einer Prüfung auf seine Isolationsfähigkeit vorgenommen werden; auch die einzelnen Löthstellen müssen einer genauen Untersuchung unterzogen werden, ob die hergestellte Isolation den Anforderungen entspricht. Das Messzimmer enthielt die entsprechenden Apparate für die Messung der Maschinen. Strom- und Spannungsmessung erfolgt mit dem Torsionsgalvanometer und den hierzu erforderlichen Vorschaltwiderständen und Nebenschlusswiderständen. Diesen Nebenschluswiderständen ist ein möglichst grosser Querschnitt zu geben, da ein Fehler des Nebenschlusses einen um so grösseren am Instrument bewirkt. Man verwendet hierzu gewöhnlich starke flexible Kabel von Kupfer oder neuerdings besser Abzweigewiderstände aus Metalllegirungen mit sehr geringen Temperaturkoeffizienten.

In einem besonderen Laboratorium waren die für feinere Messungen bestimmten Instrumente, sowie die zum Prüfen der Gebrauchsinstrumente nöthigen Apparate ausgestellt. So befand sich in vollständiger Zusammenstellung daselbst ein Apparat zur Prüfung des Torsionsgalvanometers unter Benutzung eines Normalelementes von Clark, dessen konstante elektromotorische Kraft mit Hilfe einer andern Stromquelle kompensirt wird. Mehrere andere Apparate, z. B. die hier ausgestellten Elektrizitätszähler, ein Apparat zur Untersuchung von Eisensorten in Bezug auf sein magnetisches Verhalten sollen in Gemeinschaft mit ähnlichen Apparaten anderer Firmen erwähnt werden.

Hier waren ferner eine Anzahl von Galvanometern für technische Zwecke, wie auch solche für die feinsten wissenschaftlichen Untersuchungen bestimmte vorhanden. Als neues Instrument ist das astatische Torsionselektrodynamometer zu erwähnen. Es soll einen Ersatz für das Torsionsgalvanometer bieten, ohne einen Stahlmagneten zu besitzen, welcher durch äussere Beeinflussungen seine Konstante leicht ändern kann und das öftere Prüfen dieser Instrumente erforderlich macht. — Widerstände waren in den meist gebräuchlichen Formen aufgestellt. Es mögen ausser den bekannten Stöpselwiderständen noch einige Einheiten erwähnt sein. Eine Quecksilbereinheit, bestehend aus einer spiralisch gewundenen Glasröhre, welche mit Quecksilber gefüllt wird und einen genau bestimmten Widerstand besitzt. Elektrische Widerstandseinheiten aus Metall zur Aufstellung in Luft oder Flüssigkeiten waren gleichfalls ausgestellt. Ferner sind hier eine Reihe von Messbrücken verschiedenster Konstruktion zu erwähnen.

Ausser den zu den vorerwähnten Gattungen gehörigen Apparaten hatte die Firma noch mehrere speziellen Zwecken dienende Apparate ausgestellt. Unter andern eine

Thermosäule zum Messen der Sonnenwärme. Ein Selenphotometer, bei welchem die Eigenschaft des Selens, sein Leitungsvermögen je nach der Intensität des Lichtes, dem es ausgesetzt wird, zu verändern, Verwendung findet.

In einer besonderen Dunkelkammer fand die Vorführung der Schwingungskurven statt. Zunächst wurden die Bewegungen einer Telephonmembran mit Hilfe der tanzenden Flammen nach König vorgeführt. Es wird zu diesem Zwecke ein Beutelchen einerseits mit der Membran und andererseits mit der Hülle des Telephons verbunden, derartig dass die Bewegungen der Membran den Hohlraum des Beutels verändern. In dem letzteren wird durch ein seitliches Rohr Gas eingeführt, welches durch ein senkrecht zur Membran am Beutel angebrachtes Röhrchen ausströmen kann und daselbst zur Unterhaltung einer Flamme dient. Wird die Membran in Schwingungen versetzt, so wirkt der jeweilige Druckunterschied, der dadurch in dem Beutel erzeugt wird, auf die Höhe der Flamme. Mit Hilfe eines rotirenden Spiegels lässt sich die Flamme als Linie darstellen und es zeigen sich die entsprechenden Kurven. Zur Vorführung der akustischen Schwingungskurven nach Frölich ist auf eine Membran, welche die Töne empfängt, ein Spiegel gekittet, welcher den Strahl einer Projektionslampe auf einen rotirenden Spiegel wirft, von wo derselbe nach einem grossen transparenten Schirm gelangt und hierselbst bei ruhiger Membran als gerade Linie, bei Bewegung derselben als Kurve erscheint. Zur Erzeugung der elektrischen Schwingungskurven war der die Bewegung übertragende Spiegel an der Membran eines Telephons befestigt. Um die Schwingungen vorführen zu können, muss die Drehung des Spiegels in gleichem Takt oder in harmonischem Verhältniss mit dem schwingenden Körper stattfinden, und um dies zu erreichen, war hier der rotirende Spiegel mit einem Wechselstrommotor verbunden und die Schwingungen wurden von dem in den Motor geleiteten Wechselstrom erzeugt. Die auf diese Weise hergestellte Einrichtung lieferte ein klares Bild von den eintretenden Verschiebungen, Verzögerungen und Umbildungen der Stromkurven bei Induktion einer Spule mit oder ohne Eisenkern, Ladung eines Kabels, Phasenverschiebung u. s. w. (Schluss folgt.)

Referate.

Eine neue Konstruktion für Mikroskope.

Von Dr. Ad. Lendl. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie. 8. S. 281. (1891.)*

Verfasser bemerkt zwar im Eingange seiner Abhandlung selbst unter Berufung auf v. Mohl, dass die gesteigerte Vergrösserung nicht auch zur erhöhten Erkenntniss der Details führe. Der Inhalt seiner Abhandlung steht aber im Widerspruch mit diesem an die Spitze derselben gestellten, durch Erfahrung und Theorie gleichmässig bestätigten Satze. Der Zweck seiner Konstruktion ist nur der, die Vergrösserung des Mikroskops zu steigern. Er erreicht denselben in sehr einfacher und naheliegender Weise, ohne die Einzelvergrösserung des Objektivs oder Okulars übermässig zu steigern, indem er das von einem der gewöhnlichen Objektive gelieferte Bild mit einem zweiten Mikroskop, das auf den Tubus des ersten aufgesetzt ist, betrachtet. Der Mechanismus der Zusammenstellung bedarf keiner näheren Erläuterung. Die Rohre werden nach dem Vorschlage des Verfassers einfach in einander gesteckt. Auf diese Weise erreicht Verf. natürlich bequem Vergrösserungen von 8 bis 10 Tausend. Seine Behauptung, dass durch diese Uebervergrösserung die Lichtstärke nicht nachtheilig beeinflusst werde, steht im Widerspruch mit Allem, was Theorie und Erfahrung bis jetzt gelehrt haben. Die Enthüllungen, die ihm ein solches Mikroskop über die streitige Struktur der feineren Diatomeen geliefert hat, werden daher die meisten Mikroskopiker nur mit dem grössten Misstrauen aufnehmen. So hohe Vergrösserungsziffern, als sie Verf. mit seinem zusammengesetzten Mikroskope erzielt, sind auch vor ihm schon, z. B. durch Photographie bei grosser Kameralänge,

erreicht worden. Die Erfahrung hat aber bis jetzt gelehrt, dass bereits bei der gewöhnlichen Einrichtung Objektive von allzu kurzer Brennweite, wie es das von ihm angewandte 1/20 ist, in Verbindung mit mittleren Okularen leere Uebervergrösserungen ergaben, sodass solche Bilder eher weniger als mehr zeigen wie die gewöhnlich benutzten. Die Einzelheiten, die man bei solchen Vergrösserungen an gewissen Objekten zu erkennen vermeint, sind anerkanntermaassen reine Phantome, die keinen Rückschluss auf die wirklichen Verhältnisse zulassen. Es darf daher wohl angenommen werden, dass die hier vorgeschlagene Konstruktion keine Nachahmer noch Benutzer finden wird.

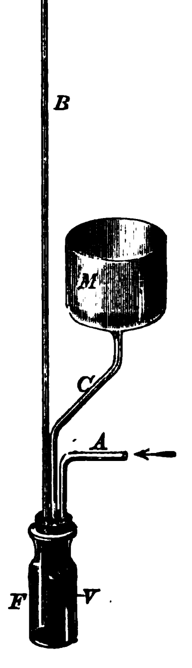
Cz.

Ueber eine automatische Sprengel'sche Pumpe.

Von H. L. Wells. *Chem. Ber. 24. S. 1037. (1891.)*

Die selbthätige Wirkung geschieht durch den in der Figur gezeichneten Quecksilberheber, welcher unter Benutzung des Druckes der Wasserleitung das aus der Sprengelschen Pumpe abfliessende Quecksilber in das obere Gefäss zurückbringt.

Durch den Stopfen der Flasche F ragen in das Innere drei Glasrohre A, B, C, von denen das eine A mit der Wasserleitung, das zweite C mit dem unteren Quecksilbergefäss M in Verbindung steht. In dem dritten Glasrohr B soll das Quecksilber gehoben werden. C trägt unten ein Ventil V, welches sich öffnet, wenn ein Ueberdruck vom Gefäss M her wirkt, sich aber schliesst, wenn in der entgegengesetzten Richtung Ueberdruck herrscht. Hierzu schlägt der Verfasser ein gewöhnliches Bunsen'sches Ventil (einen der Axe parallelen Schlitz in einen Gummischlauch) oder die folgende ähnliche Einrichtung vor, welche einen stärkeren Druck aushalten soll. In ein dünnwandiges Glasrohr wird in Richtung der Axe eine längliche Oeffnung geschliffen und dann ein geschlitzer Gummischlauch derartig darüber gezogen, dass beide Oeffnungen übereinander liegen.



Soll der Apparat in Thätigkeit gesetzt werden, so lässt man zunächst das Wasser langsam durch das Rohr B laufen und giesst dann in das Gefäss M Quecksilber. Letzteres wird nun durch das Ventil V fliessen und so lange in B steigen, bis sich V durch den Druck des Wassers und ausgeflossenen Quecksilbers schliesst. Dann wird, wenn die Rohrweite von B nicht zu gross ist, das Quecksilber, welches in B steht, durch den Wasserdruck gehoben und aus B herausgetrieben werden. Hierauf beginnt das Spiel von neuem.

Das aus dem Apparat herausgetriebene Wasser und Quecksilber wird zunächst in ein gemeinsames Gefäss geführt. Aus diesem fliesst das Wasser durch eine obere Oeffnung ab, während das Quecksilber durch eine untere Oeffnung in die Sprengel'sche Pumpe geleitet wird.

Unangenehm ist die beständige Berührung des Quecksilbers mit dem Wasser, durch welche bisweilen Wassertheilchen mit in die Pumpe geführt werden.

Der Verfasser beschreibt unter genauer Angabe der Dimensionen die Sprengel'sche Pumpe mit der angeführten Vorrichtung, welche in seinem Laboratorium in Thätigkeit ist.

E. Br.

Praktische Lösung des Problems des herausragenden Fadens beim Thermometer, unter Anwendung eines Korrektionsrohres.

Von Ch. Ed. Guillaume.

Nach einem vom Herrn Verfasser übersandten Sonderabdruck.

Die Theilung eines Quecksilberthermometers entspricht der Annahme, dass dasselbe bei der Benutzung mindestens bis zum Ende des Quecksilberfadens in das Medium eingesenkt sei, dessen Temperatur man bestimmen will. Da es nun häufig vorkommt, dass

man einen Theil des Fadens aus dem Medium herausragen lassen muss, so versucht man hierfür eine Korrektion anzubringen. Eine solche Korrektion ist keineswegs zu vernachlässigen, denn bei der Temperatur von 300 bis 350°, mit welcher der Chemiker sehr häufig zu thun hat, kann dieselbe leicht 15 bis 20° betragen!

Der allgemeine Ausdruck für diese Korrektion c ist bekanntlich:

$$c = n\alpha\,(T - \tau),$$

wobei n diejenige Anzahl von Graden bezeichnet, welche der Temperatur des Mediums nicht ausgesetzt ist; α den relativen Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers in Glas, T die Temperatur des Mediums, τ die mittlere Temperatur des herausragenden Fadens,

$$\text{d. h. } \tau = \frac{1}{n}\int_0^n t\,dx,$$

wo $t = f(x)$ die Temperatur als Funktion des Abstandes x vom Anfangspunkte des herausragenden Fadens darstellt.

Die Hauptschwierigkeit für die Anwendung dieser Formel besteht in der Feststellung der Funktion $f(x)$, weshalb man sich bisher mit näherungsweisen Bestimmungen der Korrektion begnügt hat. Regnault und später Kopp setzten für τ die Temperatur der umgebenden Luft, aber spätere Untersuchungen von Mousson, Wüllner, Holtzmann, Thorpe, Mills, Thiesen haben gezeigt, dass die so berechnete Korrektion zu gross ist.[1]

Nach vergeblichen Versuchen, allgemein brauchbare Methoden zur Bestimmung von τ zu finden, ist Verfasser zur folgenden praktischen Lösung des vorliegenden Problems gelangt. (Ein ähnliches Hilfsmittel ist von Crova bei seinem Pyrometer angewandt worden).

Mit dem Thermometer zugleich wird ein blosses, ebenso langes Rohr unter genau gleichen Bedingungen in das Medium eingetaucht und zwar derartig, dass die darin enthaltene Quecksilbersäule um dasselbe Stück hervorragt wie der Faden des Thermometers. Dieses „Korrektionsrohr“ (*tige correctrice*) muss in vollkommen eingetauchtem Zustande mit einer richtigen Theilung versehen sein, welche natürlich nur einen sehr kleinen Raum einnimmt, da die Verlängerung für 1° weniger als $^2/_{10000}$ der Länge des Fadens beträgt. „Alsdann ist die Korrektion c gegeben durch die Differenz der Ablesungen am Thermometer und am Rohre, multiplizirt mit dem Verhältniss der Gradlängen bei dem Rohre und dem Thermometer.“ Die Rechnung kann in zwei Annäherungen ausgeführt werden. Es erscheint dem Referenten nicht überflüssig, für diesen Satz eine exakte Ableitung zu geben.

Bezeichnet man mit L diejenige Länge, welche das Thermometer annehmen würde, wenn das gesammte Quecksilber des Gefässes in einer Verlängerung seines Rohres untergebracht würde und mit r die Länge des herausragenden Theiles der Quecksilbersäule (welche nach Voraussetzung bei beiden Vorrichtungen gleich ist), so stellt für eine von Null Grad ausgehende Erwärmung $L\alpha T + r\alpha\tau$ die als Länge ausgedrückte Ausdehnung dar.

Die Länge eines Grades ist $(L + r)\,\alpha$; folglich ist der (fehlerhafte) Stand T' dieses Thermometers:

$$1)\qquad T' = \frac{LT + r\tau}{L + r}.$$

Der richtige Stand ist T, derjenige nämlich, in welchen dieser Ausdruck für $\tau = T$ übergeht.

Die Differenz beider, $T - T'$, ist die gesuchte Korrektion c; demnach

$$2)\qquad c = T - \frac{LT + r\tau}{L + r}.$$

[1]) Es sei hier auch auf die in *dieser Zeitschrift 1890. S. 153* kürzlich von E. Rimbach veröffentlichte Abhandlung verwiesen.

Für den Stand t' des Rohres ohne Gefäss, dessen Gesammtlänge $l + r$ sein möge, gilt ein ganz analoger Ausdruck wie für T', nämlich:

$$3) \qquad t' = \frac{lT + r\tau}{l + r};$$

hieraus folgt: $r\tau = (l + r)\,t' - lT$, und wenn dieses in dem vorstehenden Ausdruck 2) für c substituirt wird, nach gehöriger Zusammenziehung:

$$4) \qquad c = (T - t')\,\frac{l + r}{L + r}.$$

Damit ist obiger Satz bewiesen, denn der Faktor von $T - t'$ ist nichts anderes, als das Verhältniss der Gradlängen bei beiden Vorrichtungen. In erster Annäherung kann hierin T' für T gesetzt werden; dagegen wird t' von T im Allgemeinen bedeutend abweichen.

Wenn beispielsweise bei einem Thermometer die Länge eines Grades 2 *mm* beträgt, so ergiebt sich dafür:

$$L + r = \frac{2}{\alpha} = \frac{2}{0{,}000155} = 12900\ mm.$$

Dieses Thermometer sei in eine Flüssigkeit von $T = 300^\circ$ derartig eingesenkt, dass von dem Quecksilberfaden $r = 500\ mm$ herausragen.

Bei dem Korrektionsrohre ist ebenso $r = 500\ mm$; ferner werde: $l = 200\ mm$ angenommen, so dass $r + l = 700\ mm$ ist.

Die Ablesung am Korrektionsrohre betrage: $t' = 100^\circ$; alsdann berechnet sich nach 4) die Korrektion zu:

$$c = (300 - 100)\,\frac{700}{12900} = 10{,}9^\circ,$$

so dass das Thermometer in der That nicht 300°, sondern:

$$T' = 300 - 10{,}9 = 289{,}1^\circ$$

angiebt.

In Wirklichkeit ist ja zunächst nicht T, sondern nur T' bekannt; nimmt man in 4) T' für T, so erhält man zuerst:

$$c = (287{,}4 - 100)\,\frac{700}{12900} = 10{,}2^\circ,$$

und hiermit als ersten Näherungswerth: $T = 299{,}3^\circ$. Die Wiederholung des Verfahrens liefert dann aber schon: $T = 299{,}9^\circ$ anstatt 300.

Die Hauptsache ist hierbei eben, dass man den Mittelwerth τ der Temperatur des herausragenden Fadens nicht zu kennen braucht.

Will man indessen zur Kontrole des Beispiels die Korrektion auch nach der gebräuchlichen, eingangs angegebenen Formel berechnen, so ist erst τ zu ermitteln, etwa aus 3), wonach:

$$\tau = \frac{(l + r)\,t' - lT}{r}.$$

Bei unserem Beispiele ergiebt sich daraus:

$$\tau = \frac{700 \,.\, 100 - 200 \,.\, 299{,}9}{500} = 20{,}0^\circ.$$

Da nun dem r von 500 *mm* bei einer Gradlänge von 2 *mm* ein $n = 250^\circ$ entspricht, so folgt aus jener Formel die Korrektion:

$$c = 250 \,.\, 0{,}000155\,(300 - 20) = 10{,}85^\circ$$

wie oben.

Die Hauptschwierigkeit bei der praktischen Durchführung der hübschen Methode mag darin bestehen, dass die Ablesung des Korrektionsrohres bei der Kleinheit seiner Grade nur ungenau ausfallen kann. Verfasser theilt indessen zwei Versuchsreihen mit, deren Ergebnisse zu befriedigen scheinen.

Uebrigens geht aus der vorstehenden Betrachtung hervor, dass es keineswegs nothwendig ist, als *tige correctrice* ein blosses Rohr zu verwenden. Man kann sich auch eines richtigen Thermometers bedienen; es kommt nur darauf an, dass die ideale Länge desselben $(l+r)$ wesentlich kleiner sei als diejenige $(L+r)$ des Hauptthermometers. Nimmt man z. B. in dem obigen Beispiele $(l+r)/(L+r) = 1/5$ an, so hat das Nebenthermometer eine Gradlänge von $2/5$ *mm* und kann somit noch ziemlich bequem abgelesen werden. Der Stand desselben würde alsdann nach 3): $t' = 245{,}7°$ betragen. Berechnet man nun die Korrektion c nach 4), indem man wie vorher $T' = 289{,}1°$ für T setzt, so kommt $c = 8{,}7°$ und somit $T = 297{,}8°$; wendet man mit diesem Werthe die Formel 4) noch einmal an, so erhält man $c = 10{,}4°$, was auch noch wesentlich zu wenig ist. Erst die zweite bis dritte Wiederholung führt zu einem genügend genauen Werthe der Korrektion. Da aber die Berechnung nach der Formel 4) sehr einfach ist, so braucht man die Wiederholungen nicht zu scheuen. *Sprung.*

Apparat zur experimentellen Herleitung des Begriffs des Trägheitsmomentes.

Von M. Koppe. *Zeitschrift f. d. phys. u. chem. Unterr. 5. S. 8. (1891.)*

Ein leichtes und doch festes Holzlineal von 1 *m* Länge hat in der Mitte eine Durchbohrung, die in einen aufgesetzten hohlen Holzzylinder von 1,8 *cm* Durchmesser führt, in dem sich ein Stahlhütchen befindet. Mittels des Hütchens schwebt das Lineal auf einer Stahlspitze. Seine obere Fläche ist nach beiden Seiten abgeschrägt, damit der Luftwiderstand seine Bewegung möglichst wenig beeinflusst. Ein um den oberen Theil des Holzzylinders mehrmals herumgewickelter Faden führt wagerecht zu einer leicht drehbaren Rolle und trägt an dem frei lothrecht herabhängenden Ende einen 1,5 *g* schweren Ring, an den Gewichte (1 bis 10 *g*) gehängt werden können. Auf das 120 *g* schwere Lineal ist eine Reihe flacher Bleiringe, im Gesammtgewicht von 400 *g* aufgesetzt. Sie sind an einer Seite aufgeschnitten, so dass man sie, ohne den gespannten Faden zu entfernen, um den Holzzylinder legen oder nach geeigneten Stellen des Lineals verschieben kann, das zu diesem Zweck mit einer Zentimetertheilung versehen ist. Die gleichförmig beschleunigte Drehung des Lineals, die durch das an dem Faden hängende Gewicht hervorgerufen wird, kann auf zwei Arten untersucht werden. Entweder bringt man an seinen Endpunkten zwei leichte nach unten gerichtete Zeiger an und legt unter das die Stahlspitze tragende Stativ eine Kreisscheibe von 1 *m* Durchmesser, deren Umfang in 100 gleiche Theile getheilt ist, und beobachtet, nachdem die Bewegung bei einem bestimmten Schlag eines Sekundenpendels begonnen hat, den Ort des einen Zeigers für jeden folgenden Schlag. Oder man beobachtet die Zeitpunkte, in denen das Lineal jedesmal durch seine mittels eines lothrechten Stabes markirte Anfangslage hindurchgeht. Die Bewegung des Lineals ist abhängig von der Vertheilung der Bleimassen auf dem Lineal, und man kann durch eine Reihe von Versuchen nachweisen, dass eine Masse m im Abstande l von der Mitte des Lineals ohne Aenderung der Bewegung ersetzt werden kann durch eine Masse $m\,l^2$ im Abstande 1. Mittels des Apparates lassen sich auch die Gesetze des physischen Pendels herleiten. Befestigt man an den Enden des Lineals zwei federnde Bügel, in die lothrecht abwärts hängende Kartonblätter (10 *cm* × 10 *cm*) eingespannt sind, so kann man zeigen, dass der Luftwiderstand angenähert dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist. Auch zum Nachweise der akustischen Anziehung lässt sich das drehbare Lineal verwerthen. *H. H.-M.*

Apparat zur Untersuchung des schiefen Falls und der Reibung.

Von O. Reichel. *Zeitschrift f. d. phys. u. chem. Unterr. 5. S. 14. (1891).*

Zwei 119 *cm* lange und 9 *cm* breite Spiegelglas- (abgehobelte Metall-) Platten sind, mit ihren längeren Kanten aneinander lehnend, auf einem Holzbrett so festgekittet, dass sie eine dachförmige Schiene für einen 2,52 *kg* schweren Schlitten bilden, der aus mit Paraffin getränktem Eichenholz gefertigt ist und mit vier den Seitenkanten parallelen

zylindrischen Messingleisten auf der Schiene aufliegt. Der Schlitten trägt eine mit einer Schreibspitze versehene Stimmgabel und einen flachen Blechkasten zur Aufnahme eines Viertel-Sekunden schlagenden Metronoms. Die Schwingungsebene seines Pendels steht rechtwinklig zur Schienenrichtung. An dem Pendel ist eine Schreibvorrichtung derart befestigt, dass die Schreibspitze bei der nach der Seite der Stimmgabel hingerichteten grössten Elongation des Pendels senkrecht über die Schreibspitze der Stimmgabel zu liegen kommt. An dem Brett der Schiene ist mittels eines Ständers eine berusste, 60 *cm* lange und 5,5 *cm* breite Glasplatte so befestigt, dass bei einer Bewegung des Schlittens die Schreibvorrichtungen die Schläge des Metronoms und die Schwingungen der Stimmgabel aufzeichnen. Mittels eines Kniebretts kann die Schiene schräg gestellt werden. Der Apparat kann benutzt werden zur Zählung der Stimmgabelschwingungen, zur Untersuchung der gleitenden Bewegung längs der schiefen Ebene und der Reibung bei wagerechter Bewegung mit und ohne Belastung des Schlittens. *H. H.-M.*

Ein Gnomon mit Aequatorealsonnenuhr.

Von A. Höfler. *Zeitschrift f. d. phys. u. chem. Unterr.* 5. *S.* 1. (*1891.*)

In die obere Fläche eines 90 *cm* hohen Steinsockels ist eine gusseiserne Platte mit drei Armen eingelassen. Durch ihre Enden gehen Stellschrauben, die nach aufwärts gerichtet sind und den aus vier T-Eisen von 1 *m* Länge angefertigten Rahmen der Gnomonplatte tragen. Diese besteht aus weissem Marmor oder besser noch aus Gussglas, dessen Unterseite mit Asphaltlack angestrichen und dessen Oberseite matt geschliffen ist. Als schattenwerfende Körper dienen je nach der Klarheit des Tages Blättchen mit Oeffnungen von 0,5 *mm*, 1 *mm* und 1,5 *mm* Durchmesser, die in eine grössere, zwischen zwei Stäben verschiebbare Platte eingesetzt werden. Diese Stäbe sind oben und unten durch Querstangen fest miteinander verbunden und an dem unteren Querstab befindet sich ein 16 *cm* langer sehr schwach konischer Zapfen, mit dem der Schattenwerfer an der Unterkonstruktion der Platte befestigt wird. Zu Zeichnungen und Messungen auf der Gnomonplatte dient ein in Zentimeter getheiltes Lineal, das mittels eines Ringes um den erwähnten Zapfen drehbar ist und eine verschiebbare Schreibvorrichtung trägt. Man kann mit Hilfe eines Stativs das Lineal auch in der Richtung der Weltaxe aufstellen und eine Blechscheibe von 20 *cm* Radius darauf stecken, die an ihrem Rande eine Theilung trägt, so dass sie als Aequatoreal-Sonnenuhr benutzt werden kann. Um noch die Deklination der Sonne ablesen zu können, lässt sich um den Mittelpunkt der Scheibe ein Blechstreifen, der an ihrem Rande rechtwinklig aufgebogen ist, in den jeweiligen Schatten des Lineals drehen. Beide Theile des Streifens sind in Zentimeter eingetheilt. Auf das Lineal wird als Schattenwerfer ein Blechstreifen aufgesteckt, dessen Ränder auf der Längsrichtung des Lineals senkrecht stehen. Die Handhabung des Apparates ist a. a. O., die didaktische Verwerthung aber im *Programm des Gymnasiums der K. K. Theresianischen Akademie in Wien 1890* ausführlich beschrieben. *H. H.-M.*

Eine neue Filterpresse für Laboratoriumversuche.

Von L. Lefranc. *Journal de Phys. Elém.* 7. *S.* 22. (*1891.*)

Der Apparat ist, damit er von Säuren nicht angegriffen wird, aus Ebonit gefertigt; er kann übrigens auch aus einem anderen Stoffe (Bronze, Gusseisen, Zinn u. s. w.) hergestellt werden. Das Filter ist in eine Kapsel eingeschlossen, die aus drei Theilen besteht, den beiden kreisförmigen Seitenstücken und einem Ringstück. Die Seitentheile sind auf ihren Innenflächen mit Rinnen versehen, welche die filtrirte Flüssigkeit zu den Ausflussöffnungen hinleiten. Durch eine Durchbohrung des Ringstückes fliesst die zu filtrirende Masse in die Filterkammer, die von den auf die beiden Seiten des Ringstückes gelegten Filtern gebildet wird. Die drei Theile der Kapsel, zwischen denen Ringe aus weichem Kautschuk liegen, werden durch drei Flügelschrauben wasserdicht aneinander befestigt.

Die Durchbohrung des Ringstückes ist durch einen Kautschukschlauch mit einem Trichter verbunden, der mittels einer an einem Ständer befestigten Klemme bis zu einer Höhe von 2 *m* gehoben werden kann, und in den die zu filtrirende Mischung eingegossen wird. Durch Verbindung der Presse mit einer Gay-Lussac'schen Pumpe und einer Luftpumpe kann man die Filtration sehr stark beschleunigen. Die Filterfläche beträgt 1 *qdm*. Der Apparat kann von der Firma Fribourg & Hesse in Paris bezogen werden.

H. H.-M.

Neu erschienene Bücher.

Fabrikshygiene. Darstellung der neuesten Vorrichtungen und Einrichtungen für Arbeiterschutz und Wohlfahrt. Von Max Kraft, o. Ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Brünn. Wien 1891. Spielhagen & Scheurig.

In einer Zeit, welcher der Grundsatz: „Der Fabrikant ist seinen Arbeitern mehr schuldig als nur den Lohn" der Allgemeinheit mehr und mehr zum Bewusstsein kommt, in der von Seiten des Staates einem rationellen Arbeiterschutz die Wege bereitet werden und durch Umgestaltung des Fabriken-Inspektorats die Nothwendigkeit der durchgängigen Beseitigung aller Leben und Gesundheit gefährdenden Einrichtungen näher gerückt wird, ist jede Vervollständigung und Bereicherung der noch etwas spärlichen Speziallitteratur auf diesen Gebieten willkommen zu heissen. Vornehmlich dürfte ein Buch, welches dem obigen Titel gerecht wird, mit Freuden zu begrüssen sein. Ein solches würde zunächst die allen Arten gewerblicher Betriebe in geschlossenen Räumen gemeinsamen Gesichtspunkte zu behandeln haben — allgemeine Fabrikshygiene. Die Mittel zur Beseitigung und Verminderung der bestimmten Betriebsgattungen eigenthümlichen Gefahren in hygienischer Beziehung würden nach diesen Betrieben gesondert zu behandeln sein. Das Letztere gilt auch bezüglich der Schutz- und Sicherheitsvorrichtungen. Soll ein Buch zu einer unmittelbaren Information der zur Herstellung zweckentsprechender Sicherheitseinrichtungen verpflichteten Gewerbetreibenden brauchbar sein, so muss es die für den betreffenden Geschäftszweig erforderlichen Schutzmaassregeln zusammenfassend erörtern und zeigen, mit welchen Mitteln diese Forderungen im Allgemeinen erfüllt werden können und wie sie in einzelnen Fällen in besonders mustergiltiger Weise erfüllt worden sind. Wenn dann noch diejenigen gesetzlichen Bestimmungen an passender Stelle hinzugefügt werden, aus denen der Gewerbetreibende einen zuverlässigen Anhalt über das findet, was er zum Schutze und zur Wohlfahrt seiner Arbeiter und zur Sicherung seines Betriebes zu leisten verpflichtet ist, so wäre das eine zweckmässige Vervollständigung.

Das vorliegende Buch ist nicht, wie man nach seinem Titel vielleicht erwarten dürfte, ein Informationsbuch in diesem Sinne. In seinem technischen Theil enthält es vielmehr im Wesentlichen die Beschreibung von Konstruktionsausführungen, wie sie Verf. den verschiedenen technischen Zeitschriften entnommen oder auf Ausstellungen vorgefunden hat. Eine organische Verbindung derselben untereinander und eine selbständige Kritik ihrer Brauchbarkeit ist nur selten versucht worden. Wie wenig bei dieser Art der Behandlung gerade die wichtigsten Theile zur Geltung kommen, mag ein Beispiel darthun.

Der Haupttitel Fabrikshygiene lässt vermuthen, dass dieser auch ein wesentlicher Theil des Werkes gewidmet sei. Von den 627 Seiten des Buches füllt nun der erste Hauptabschnitt „Fabrikshygiene" 33 Seiten, und zwar Lüftungsvorrichtungen 13 S., Heizung 1 S., Beleuchtung $1^1/_4$ S. u. s. f. Wenn auch später unter „Schutz- und Sicherheitsvorrichtungen" eine grössere Zahl von Einrichtungen zur Verbesserung der hygienischen Verhältnisse in den Fabrikräumen gewisser Betriebe, wie z. B. Respirations- und Entstaubungsapparate aufgeführt werden, so dürften die angeführten Seitenzahlen zum mindesten die geringe Zweckmässigkeit der getroffenen Eintheilung darthun. Gar nicht in den Rahmen des Buches scheinen uns die statistischen Angaben zu passen. Solche dürften wohl nur in periodischen Schriften einen richtigen Ort finden. Es

kann wenig Zweck haben, hier die Angaben über die Statistik der Krankenversicherung der Arbeiter im deutschen Reiche für 1887 zu finden, während bezüglich anderer Bezirke und anderer Verhältnisse ganz andere Zeiträume genommen sind. Die Statistik erhält ihren Hauptwerth dadurch, dass man die Entwicklung gewisser Verhältnisse aus ihrem fortlaufend nach einheitlichen Normen aufgestellten Zahlenmaterial erkennt; einzelne Angaben, die man etwa in der Journallitteratur gefunden hat, aus ihrem Zusammenhange gelöst, lassen nichts erkennen. Am auffälligsten erweisen dies die Notizen über Arbeitseinstellungen. Welchen Nutzen kann es haben, hier die Anzahl der Arbeitseinstellungen in Frankreich von 1874 bis 1885, ihre Motive und die Vertheilung auf die verschiedenen Monate im Jahre aufgeführt zu finden, wenn nicht die entsprechenden Daten für andere Länder gegenübergestellt werden können. Hier sind auf 8 Seiten die verschiedenartigsten meist gänzlich unzusammenhängenden und unvollkommenen Notizen gegeben.

Alles in Allem haben wir hier eine recht reichhaltige, wenn auch nicht vollständige Materialsammlung vor uns, welche dem Verfasser eines dem Titel entsprechenden Buches wohl von Nutzen sein kann.

Auch dem Unternehmer, welcher zur Herstellung von Sicherheitsvorrichtungen im eigenen Betriebe schreiten will, wird das Buch in vielen Fällen von Nutzen sein können, wo er für seine Anlagen aus der grossen Zahl der beschriebenen Konstruktionsausführungen nach entsprechenden Beispielen sucht. *Pensky.*

F. C. Brainard. *The sextant and other reflecting mathematical instruments.* New-York. M. 2,50.

E. Claussen. Die Kleinmotoren und die Kraftübertragung von einer Zentralen, ihre wirthschaftliche Bedeutung für das Kleingewerbe, ihre Konstruktion und Kosten. Berlin. M. 3,00.

J. Epstein. Einführung in das elektrotechnische Maasssystem. Frankfurt a. M. M. 0,80.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin. Generalversammlung vom 12. Januar 1892.

Nach Verlesung des Jahresberichtes (vgl. *Vereinsblatt No. 10*) und Entlastung des Schatzmeisters werden in den Vorstand gewählt als

1. Vorsitzender:	Herr	H. Haensch
2. „	„	P. Stückrath
3. „	„	Direktor Dr. Loewenherz
1. Schriftführer:	„	A. Baumann
2. „	„	A. Blaschke
Schatzmeister:	„	W. Handke
Archivar:	„	E. Goette
Beisitzer:	„	C. Raabe
„	„	B. Sickert
„	„	Dr. A. Westphal
„	„	R. Krüger.

Der Schriftführer: *Blaschke.*

Verein deutscher Glasinstrumenten-Fabrikanten.

Der während der vorigjährigen Tagung des deutschen Mechanikertages begründete Verein hat sich zur Herausgabe von *Mittheilungen* entschlossen, die in zwanglosen Heften erscheinen sollen. Die erste Nummer dieser *Mittheilungen* ist vor einigen Wochen aus-

gegeben worden und macht mit ihrem reichhaltigen Inhalt einen guten Eindruck. Die *Mittheilungen* sollen fortlaufend Auszüge und Referate aus der Fachlitteratur bringen, soweit die Fabrikation von Glasinstrumenten in Frage kommt; vor Allem sollen sie den technischen und wirthschaftlichen Interessen der Vereinsmitglieder dienen. Dem jungen Vereine und seinem Organe wünschen wir bestes Gedeihen.

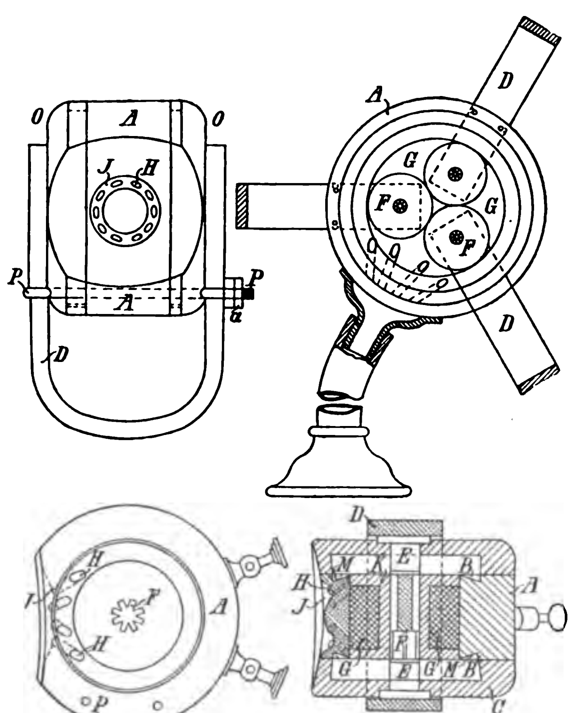
Patentschau.

A. Patentanmeldungen.

Auszüge aus den beim K. Patentamte ausgelegten Patentanmeldungen. Berichterstatter: Patentanwalt A. Barczynski in Berlin W., Potsdamerstr. 128.

Ein Fernsprecher mit zwei, zwischen den beiderseitigen Kernenden eines oder mehrerer Elektromagnete und den entsprechenden Polenden äusserer Magnete angeordneten Schallplatten. Von A. T. Collier in St. Albans, England. C. 3755. II./21. Einspruchsfrist vom 31. Dezember 1891 bis 29. Februar 1892[1]).

Der mittlere Kern F ist mit der Spule G in ein ringförmiges Gehäuse A eingelegt, welches zugleich beiderseits das Auflager für die Schallplatten BB bildet. Durch die Deckel CC, die zur Befestigung der letzteren an jeder Seite, unter Bildung von Lufträumen K aufgesetzt sind, treten die Polstücke EE eines äusseren Hufeisenmagneten D bis nahe vor die Mitte der Schallplatten BB hindurch. Das Gehäuse A ist bei der inneren Anlagefläche der Schallplatten mit einer Ausdrehung oder Aussparung zu dem Zwecke versehen, dass ringförmige Schallräume M entstehen, welche in Verkehr mit einem gemeinsamen kraterförmigen Schalltrichter J durch kurze Kanäle H, wie aus den Figuren 1 u. 2 ersichtlich, gebracht sind.



Wie in Figur 2 dargestellt, kann der schmiedeeiserne weiche Kern mit radialen Einschnitten, die bis nahe zur Mitte gehen, ausgeführt sein, um die Bildung Foucault'scher Ströme zu vermindern. Jene Einschnitte sind entweder als Luftzwischenräume unausgefüllt zu lassen oder mit einem geeigneten Isolirmaterial, beispielsweise Schellak auszufüllen. Das Gehäusematerial ist zweckmässig Ebonit, wiewohl sich auch Holz, Celluloid und dergl. brauchbar erweisen würde.

Die Befestigung des zugleich als Handgriff dienenden Magneten D erfolgt beiläufig nach Figur 1 mittels eines U-förmigen durch das Gehäuse hindurchgehenden Ankers P mit einem durch eine Schraube anzuziehenden Jochstück a.

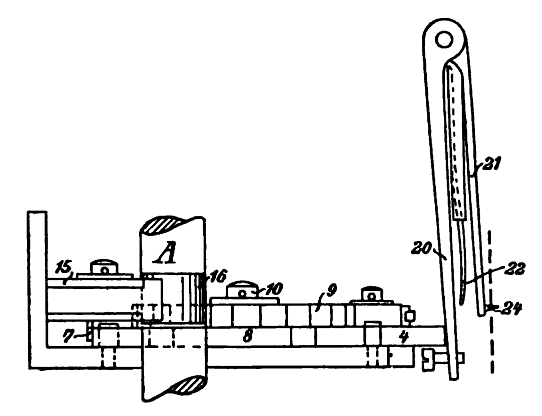
Beansprucht wird das Patent auf: Ein Telephon mit zwei den beiderseitigen Kernendigungen eines ein- oder mehrfachen Elektromagneten gegenübergestellten Schallplatten BB, bei deren zugekehrten Innenseiten das die Spule oder Spulen G umschliessende Gehäuse A den

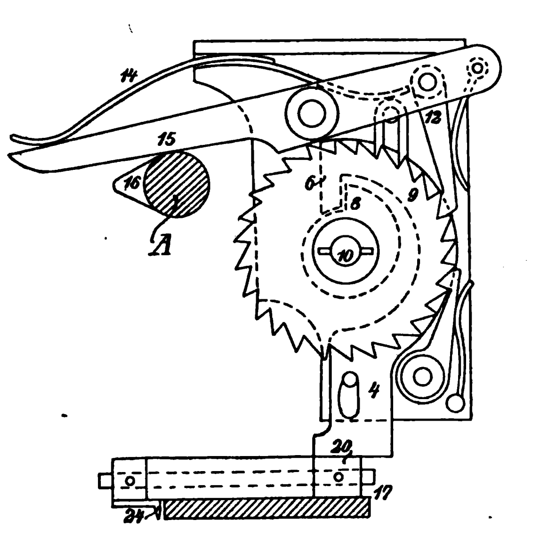
[1]) Etwaige nach Ablauf der Einspruchsfrist beim Patentamte eingehende Beschwerden werden zwar dem Einsender gegenüber formell zurückgewiesen, doch kommt der materielle Inhalt des Einspruchs in der etwa 4 Wochen nach Ablauf der Einspruchsfrist stattfindenden Spruchsitzung zur Erwägung.

durch Kanäle H zum Schalltrichter J leitenden Schallraum bildet, und ausserhalb welcher in Gegenüberstellung zu den Enden der evtl. mit Einschnitten zu versehenden Elektromagnetkerne F, Magnetpole D angeordnet sind.

Registrirender Geschwindigkeitsmesser mit zwangläufiger Bewegung. Zusatz zu dem Patente No. 36799. Von H. Hausshälter in Dresden. H. 11318 III./42. Einspruchsfrist vom 4. Januar bis 4. März 1892.

Der Apparat bezweckt die Messung der von Lokomotiven zurückgelegten Wegstrecken bezw. Geschwindigkeiten. Die Registrirung wird dadurch bewirkt, dass bei jeder Drehung der Welle A die auf letzterer sitzende Nase *16* dem Hebel *15* einen Impuls ertheilt, wodurch unter Vermittlung des Sperrzahnes *12* das Sperrrad *9* um einen Zahn weiter gedreht wird. Mit dieser Drehung ist gleichzeitig ein Drehen der Hubscheibe *8* verbunden, welche nach und nach den Hammer *4* auf den höchsten Punkt der unrunden Scheibe *8* bringt. Sowie die Kante der Nase *6* über die Kante der unrunden Scheibe hinweggelangt ist, kommt Feder *7* zur Wirkung, Nase *6* fällt auf den tiefsten Punkt der Hubscheibe *8*, wodurch der Hammer *4* nach vorn verschoben wird; letzterer bewegt entgegen der Wirkung der Feder *22* den Arm *20* gegen die Platte *17*. Gleichzeitig mit dieser Verdrehung des Armes *20* erfolgt ein Heranbewegen des die Spitze *24* tragenden Armes *21* gegen den Papierstreifen und damit ein Einstechen der Spitze in das Papier nach Durchlaufen eines Weges von je 0,5 *km*. Da sich Welle A beständig weiter dreht und dadurch auch Rad *9* bei jeder Drehung dieser Welle um einen Zahn weitergedreht wird, so gelangt unter gleichzeitiger Drehung der Hubscheibe *8* allmälig Nase *6* vom tiefsten Punkte genannter Hubscheibe auf den höchsten Punkt, worauf sich der beschriebene Vorgang wiederholt.



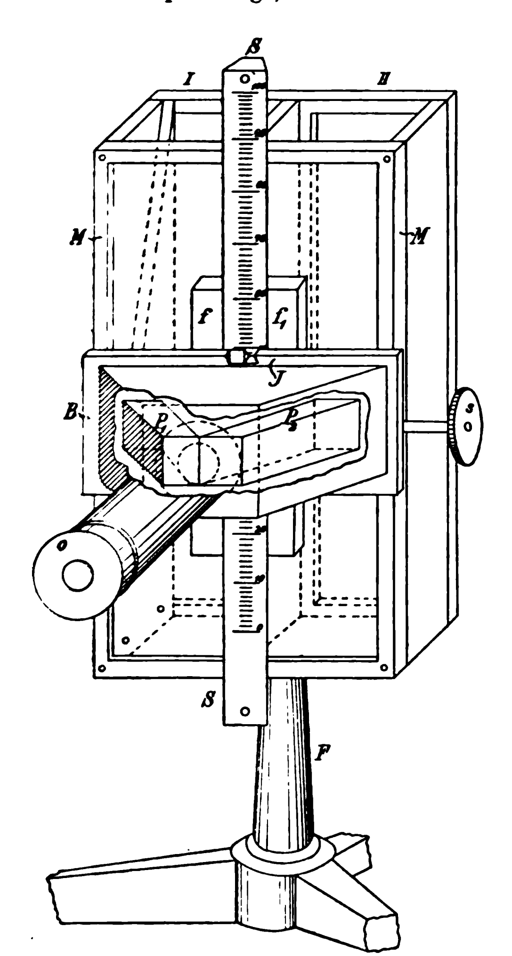


Beansprucht wird an dem durch das Patent No. 36799 geschützten registrirenden Geschwindigkeitsmesser das Patentrecht auf eine von der zu messenden Maschine angetriebene Hubscheibe *8*, welche einen Hammer *4* allmälig zurückschiebt und nach einmaliger Umdrehung der Hubscheibenwelle plötzlich gegen einen drehbaren Arm *20* stossen lässt, der bei seiner Schwingung einen Spitzenarm *21,24* dreht; durch letztere werden auf dem Papierstreifen Stiche gemacht, die das Ende bestimmter Weglängen (z. B. 0,5 *km*) darstellen und aus deren Anzahl die von der Maschine durchlaufenen Strecken berechnet werden.

Kolorimeter. Von W. Gallenkamp in Berlin. G. 6858. III./42. Einspruchsfrist vom 31. Dezember 1891 bis 29. Februar 1892.

Auf die Mittelwand eines Doppeltroges M wird vorn eine prismatische Laufschiene S aufgeschraubt, an welcher sich vermittels der Führungen f und f' der Beobachtungsapparat B verschieben und vermittels der Schraube s, welche die eine Führung f' durchbohrt, festklemmen lässt. Der Beobachtungsapparat B hat den Zweck, die in den durch die breite Schiene getrennten Trögen sichtbaren Theile des Gesichtsfeldes behufs besserer Vergleichung derselben zur unmittelbaren Berührung zu bringen. Er enthält in bekannter Weise zwei Prismen P_1 und P_2, die in einer scharfen Kante sich berühren und durch doppelte innere Spiegelung den gedachten

Zweck erfüllen. Dieselben sind in einem Gehäuse befestigt, das vorn eine aufzuschraubende verschiebbare Lupe *o* trägt, welche auf die Berührungskante der Prismen eingestellt wird, während auf der andern Seite das Gesichtsfeld begrenzt wird durch zwei in die Hinterwand von *B* eingeschnittene Oeffnungen. Statt der Lupe *o* kann man auch ein kleines geradsichtiges Spektroskop einschieben, dessen Spalt auf der Berührungskante der Prismen aufliegt und senkrecht zu derselben steht, in welcher Lage es durch eine geeignete Schlitzführung jedesmal leicht einzuschieben ist. Diese Anordnung gestattet die Vergleichung der Helligkeit in den verschiedenen Spektralgebieten vorzunehmen, was in manchen Fällen wesentlich ist.



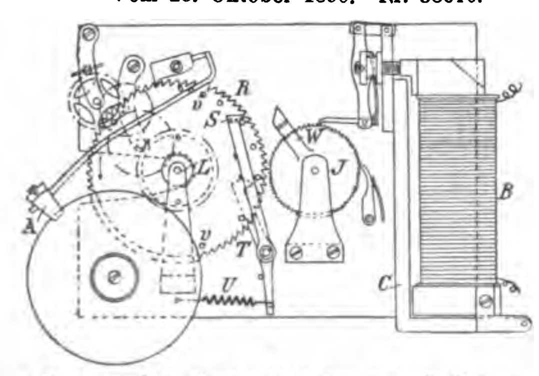
Die Laufschiene *S* trägt zugleich eine Skale, die den Zwischenraum zwischen dem Punkt, an welchem die Glaströge (innen) gleiche Dicke besitzen, und demjenigen, an welchem die Dicke des einen (No. I) gleich Null ist, in 100 Theile theilt. Der Beobachtungsapparat trägt an der oberen Kante einen kleinen Index J, welcher auf der Skale den Prozentgehalt der farbigen Lösung abzulesen gestattet. Die Skale beginnt ebenso hoch über jenen beiden Punkten gleicher und verschwindender Dicke, als die Indexmarke über der Mitte jener beiden Oeffnungen in der Hinterwand von *B* liegt, die das Gesichtsfeld begrenzen.

Der ganze Apparat wird von einem dreibeinigen Eisenfuss *F* getragen, mit dem er durch eine Messingsäule von für die bequeme Beobachtung genügender Höhe verbunden ist.

Beansprucht wird das Patentrecht auf ein Kolorimeter, gekennzeichnet durch zwei nebeneinander angeordnete Glaströge, von denen der eine parallelepipedisch, der andere keilförmig ist, sowie durch eine vor diesen längs einer Skale verschiebbare Lupe oder Spektroskop, welche ein gleichzeitiges Durchsehen durch beide mit gefärbten Flüssigkeiten gefüllte Glaskörper gestattet, sodass nach Einstellung gleicher Farbenintensität der Prozentgehalt an färbender Substanz an der Skale direkt abgelesen werden kann.

B. Ertheilte Patente.

Elektrische Nebenuhr mit Schlagwerk. Von der Société d'horlogerie in Breitenbach, Schweiz. Vom 28. Oktober 1890. Nr. 58010.

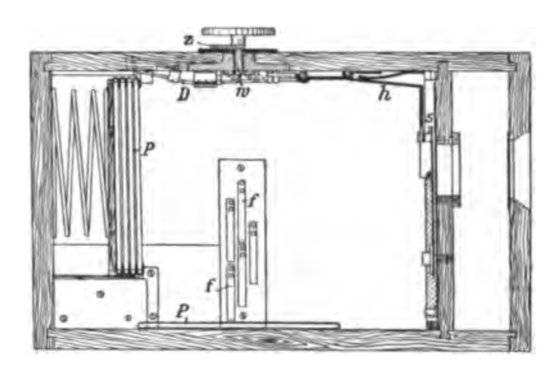


Die periodischen Anziehungen des Ankers *C* eines zur Nebenuhr gehörigen Elektromagneten *B* setzen das Schaltrad *J* in stossweise Umdrehung. Diese Umdrehungen werden dem Zeigerwerk und durch dieses der Welle *L* des Federhauses eines Schlagwerkes behufs Aufziehens der im Federhause befindlichen Feder mitgetheilt. Das Schaltrad *J* ist ferner mit einem Ausrückarm *W* versehen, der nach jeder Stunde einen mit Feder *U* und Haken *S* verbundenen Hebelarm *T* trifft. Hierdurch wird der Haken *S* aus dem Stiftenkreis *v* eines am Federhause befestigten Schlagrades *R* ausgelöst, so dass die im Federhause befindliche gespannte Feder das Schlagrad *R* und somit den Hammer *A* des Schlagwerkes in Bewegung setzt.

Photographische Kamera mit Plattenwechselvorrichtung. Von E. Wünsche in Dresden. Vom 8. Novbr. 1890. Nr. 57138.

Auf dem mit zwei Oeffnungen *e* und *f* versehenen Deckel der Kamera ist ein Schieber *g* angeordnet, in welchem eine Kassette *i* befestigt ist. In letztere wird durch Umwenden der Kamera die vordere der Platten *a* übergeführt. Nach Verschieben der Kassette bezw. des Schiebers wird die Platte durch die Oeffnung *f* als letzte in die Kamera zurückgeführt. Das Zusammenpressen und Lockern der Platten wird mittels eines federnd und zurückziehbar angeordneten Querbalkens *c* bewirkt.

Vorrichtung an photographischer Kamera zur Verhinderung einer mehrmaligen Belichtung der Platten. Von R. Krügener in Bockenheim bei Frankfurt a. M. Vom 24. August 1890. Nr. 57161.



An der Decke der Kamera ist ein Kronrad *w* angeordnet, dessen Zähne einen federnden Drücker *D* und einen federnd in der Kamera angeordneten Hebel *h* gleichzeitig beeinflussen. Der Drücker *D* drückt bei seinem Niedergange die vordere Platte *P* nieder, so dass diese auf den Boden der Kamera fallen kann, wo sie von Blattfedern *f* gehalten wird. Der Hebel *h* löst gleichzeitig eine an dem Objektivverschluss angebrachte federnde Sperrklinke *s* aus, greift jedoch nach jeder Belichtung wieder in dieselbe ein, so dass ein ferneres Oeffnen des Verschlusses nur dann möglich ist, wenn vorher das Kronrad um einen Zahn weiter gedreht worden ist. Ein an der Axe *w* des Kronrades befestigter Zeiger *z* zeigt die Anzahl der belichteten Platten an.

Für die Werkstatt.

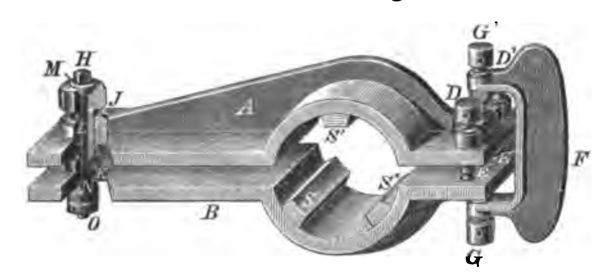
Reichel's Zylinderschleifkluppe. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Ein wichtiges Konstruktionselement für den Bau mathematischer Instrumente ist der Zylinder, allerdings nur dann, wenn seine Form die möglichst vollkommenste ist. Die endgiltige Fertigstellung des Zylinders nach dem vorläufigen Abdrehen geschieht allgemein durch Schleifen mit einer mehr oder minder guten „Schleifkluppe". Ein den feinsten Zwecken genügendes Werkzeug dieser Art, das sich beim Gebrauche in der Werkstatt überaus gut bewährt hat, sowohl hinsichtlich der Korrektheit in der erzeugten Form als der Schnelligkeit bei der Vollendung der Arbeit, ist von Herrn C. Reichel konstruirt worden und soll in Folgendem beschrieben werden.

Die meisten älteren Schleifkluppen leiden an dem Mangel einer sicheren Axe und Zustellvorrichtung, sowie an einer zu geringen Breite. Die Axe muss unbedingt parallel zu derjenigen des zu schleifenden Zylinders liegen und auch bei dem Verengern oder Erweitern der schleifenden Backen in derselben Lage erhalten werden, sodass diese stets in Zylindermänteln liegen. Die Zustellvorrichtung muss bequem zu handhaben sein und jeden Spielraum bei der fortschreitenden Arbeit von vornherein ausschliessen. Die Breite der Kluppe muss so gewählt werden, dass gute Führung vorhanden ist und dass das willkürliche „Kippen" vermieden wird. Diesen Konstruktionsbedingungen ist bei der Reichel'schen Kluppe in folgender Weise entsprochen worden.

Zwei fast vollkommen gleiche Theile *A* und *B* (s. Figur) aus sogenanntem Stahlguss, die durch Rippen gegen Durchbiegung geschützt sind, lassen sich um eine gemeinsame Axe gegen einander neigen. Diese Axe ist zum Zwecke der Korrektur gegen die Zylinderaxe aus zwei gleich grossen Kugeln gebildet, die an den Schrauben *D* und *D'* im oberen Theile *A* sitzen und im Trichter *E* und Trichterschlitz *E'* im unteren Theile *B* gelagert sind. Der Trichterschlitz gestattet der zweiten Kugel, sich frei anzuordnen, was bei Verwendung zweier Trichter nicht möglich ist, da bei der Korrektur der Kugelaxe die zweite Kugel eine Bewegung in ihrer Richtung

ausführt. Als Sicherung gegen das Auseinanderfallen der beiden Haupttheile dient eine Zwinge *F*, deren untere Schraube *G* mit einer Kugel im unteren Theile gelagert ist, so zwar, dass sie annähernd in der Axe der beiden Kugeln an *D* und *D'* liegt, während die obere Schraube *G'* mit einer Kugel in einem Trichtergesenk des oberen Theiles steht. Diese korrigirbare Axenanordnung lässt eine zwangfreie und sichere Drehung zu. Die Neigung der Theile *A* und *B* gegeneinander beim Verstellen der Backen während der Schleifarbeit geschieht durch die am anderen Ende angebrachte Schraubenverbindung *H*, deren Axe mit *D* und *D'* ein gleichschenkliges Dreieck bildet. Die Schraube *J* mit sechskantigem Kopf geht streng im Gewinde des oberen Theiles und stützt sich in einer Kugelgesenkplatte *K*, die sich auf dem Untertheile frei anordnen kann. Durch *J* hindurch reicht mit starkem Spielraum eine Schraube *L*, die sich um zwei Kugeln *M* und *N* dreht, von denen *M* in *J* und *N* in *B* gelagert ist; die Gegenmutter *O* hält *N* während der Bewegung der Schraube stets in demselben Abstande.[1]) Es leuchtet ohne Weiteres ein, dass bei Drehung der Schraube *J* die Haupttheile *A* und *B* gegen einander geneigt werden, ohne dass Spielraum in axialer Richtung oder Zwang eintreten könnte. An Stelle des gewöhnlich verwendeten losen Schmirgels werden hier Schmirgelsteine *S*, *S'*, S'' verwendet, die den zu schleifenden Zylinder umgeben und gegen einander versetzt in *A* und *B* mittels Schellack oder Gips eingekittet sind, so dass die beiden im Untertheile befindlichen aus Gründen der Abnutzung nur etwa 90° auseinander stehen. Vor dem Gebrauch werden sie mit dem Diamanten zylindrisch ausgedreht. Anstatt dieser Steine lassen sich auch im Durchmesser gegenüber Gewindebacken anbringen, so dass die Kluppe auch zum Nachschneiden langer Gewinde Verwendung finden kann.



Für den Gebrauch der Kluppe, die, wie nochmals ausdrücklich betont werden möge, für ganz feine Arbeiten, z. B. für Zylinder an Theilmaschinen, Komparatoren u. s. w. verwendet werden soll, ist es, wie schon bemerkt, nothwendig, die Drehaxe *D D'* parallel zur Zylinderaxe auszurichten, da andernfalls die Schmirgelsteine *S S' S''* beim Zustellen nicht mehr in Zylinder-, sondern in Kegelmänteln schleifen würden. Die Ausrichtung geschieht am besten mittels der Aufsatzlibelle, indem man *B* fest aufstellt und den zur Aufnahme der Schmirgelsteine dienenden Hohlzylinder der Axe nach horizontirt. Nunmehr stellt man so lange an *D* oder *D'*, bis die mittels ebenem Zwischenstück in den an *A* befindlichen Hohlzylinder eingelegte Libelle beim Umlegen des Obertheiles *A* um 180° — so dass *D* in *E'* und *D'* in *E* zu liegen kommt — den gleichen Blasenstand zeigt. Zu diesem Zwecke müssen natürlich Trichter und Trichterschlitz in Bezug auf die Zylinderaxe dieselbe Tiefe und denselben Trichterwinkel haben.

Mit derselben Kluppe sind in der Reichel'schen Werkstatt gut gearbeitete Stahlzylinder von 800 *mm* Länge und 54 *mm* Durchmesser in zwei bis fünf Stunden feingeschliffen worden, so dass sie nach dem „Fadentaster", der noch die Dicke eines echten Goldblattes (0,0002 *mm*) angiebt, keine Fehler zeigten. *Fr.*

Berichtigung.

In der Abhandlung: Zur Konstruktion des Babinet'schen Kompensators im Dezemberhefte vorigen Jahres ist Folgendes zu berichtigen:

S. 441 fehlt als Fussnote: *Hennig*, *Göttinger Nachrichten 1887. S. 373.*
„ 443 Z. 2 v. o. lies: *erzeugten* statt *erzeugenden.*
„ 443 „ 13 „ u. „ *diese* „ *die.*
„ 443 „ 1 „ „ „ *die* „ *jene.*

[1]) Zu dieser Anordnung hat eine andere von Ministerialrath Dr. v. Steinheil in München s. Z. angewendete Einrichtung Anlass gegeben, bei der aber gerade die vorliegenden Vortheile nicht vorhanden sind. Anstatt der Kugeln *M*, *N* und *K* befinden sich dort ebene Ansätze und ausserdem passt die Schraube *L* fast vollkommen, sodass starker Axenzwang in der Verbindung vorhanden ist.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. H. Haensch, Beisitzer. Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

XII. Jahrgang. März 1892. Drittes Heft.

Ueber die Herstellung eines Flächenbolometers.

Von

Dr. O. Lummer und Dr. F. Kurlbaum.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Das von Svanberg aufgestellte bolometrische Prinzip wurde unabhängig von ihm 30 Jahre später durch Langley wieder entdeckt und zu einer sehr hohen Leistungsfähigkeit entwickelt. Erst an seine Arbeiten schliessen sich daher eine Reihe hervorragender bolometrischer Untersuchungen an.

An das für unsere Zwecke konstruirte Bolometer mussten ganz besondere Anforderungen gestellt werden, welche mit den bisher gefertigten Bolometern nicht erfüllt werden können. Das Bolometer sollte nämlich ähnlich dem Photometer direkt die Strahlungen zweier Licht- bezw. Wärmequellen, z. B. zweier Glühlampen, mit einander vergleichen. Dabei war eine so grosse Empfindlichkeit erwünscht, dass beim Einschalten von Alaun zwischen das Bolometer und die Glühlampen, wodurch fast alle dunklen Wärmestrahlen absorbirt werden, das Strahlungsverhältniss der beiden Lichtquellen mit ebenderselben prozentischen Genauigkeit bolometrirt wie photometrirt[1]) werden kann. Gelang dieses, so konnte daran gedacht werden, die Lichtstrahlung einer Flamme direkt mit der Strahlung einer konstanten Wärmequelle zu vergleichen, und die Lichteinheit auf eine absolute Wärmestrahlungseinheit zurückzuführen.

Um diese Versuche ausführen zu können, bedarf man eines ausserordentlich empfindlichen Flächenbolometers, dessen verschiedene Zweige paarweise und gleichzeitig von verschiedenen Strahlungsquellen bestrahlt werden können. Wir werden im Folgenden ausführlicher auf die Bedingungen eingehen, welche ein Bolometer von der verlangten Eigenschaft erfüllen muss, und eine neue Konstruktionsmethode beschreiben, mittels deren das gesteckte Ziel erreicht wurde.

Prinzip des Bolometers.

Das bolometrische Prinzip besteht darin, die Intensität einer Strahlung durch die Widerstandsänderung zu messen, welche ein bestrahlter metallischer Leiter erfährt. Zur Messung der Widerstandsänderung benutzt man die bekannte Anordnung der Wheatstone'schen Brücke, wie sie in Fig. 1 (a. f. S.) skizzirt ist; der Strom der Akkumulatorenbatterie B tritt bei a in die aus den vier Widerstandszweigen 1, 2, 3 und 4 bestehende Wheatstone'sche Brücke, spaltet sich hier in zwei Theile, von denen der eine längs $a\,c\,b$, der andere längs $a\,d\,b$ geht und kehrt von b vereinigt nach B zurück. Die Punkte c und d sind durch das Galvanometer G mit einander

[1]) Das Kontrastphotometer nach Lummer-Brodhun ergiebt bei 10 Einstellungen einen mittleren Fehler einer Beobachtung von $^1/_4$% (vgl. *diese Zeitschrift 1889. S. 49)*.

verbunden; cd ist der Galvanometerzweig, welcher fortan kurz der „Steg" genannt werde. Im Hauptkreise bei W befindet sich ein variabler Widerstand; ebenso möge eine Vorrichtung (Rheochord rr' siehe Fig. 7 a. S. 87) da sein, um das Verhältniss zweier Brückenwiderstände um einen geringen Betrag ändern zu können. Verhalten sich dann die Widerstände r_1, r_2, r_3 und r_4 der vier Brückenzweige 1, 2, 3 und 4 so, dass $r_1/r_2 = r_3/r_4$ ist, so fliesst durch den Steg cd, also auch durch das Galvanometer kein Strom. Wird durch irgend welchen Einfluss, z. B. durch Erwärmung obiges Verhältniss gestört, so tritt im Stege ein Strom auf, welcher durch den Ausschlag der Galvanometernadel angezeigt wird. Beim bolometrischen Prinzip bewirkt die Bestrahlung eines Zweiges die Widerstandsänderung und damit den Galvanometerausschlag. Diese Widerstandsänderung kann am genauesten gemessen werden, wenn jeder Zweig der Wheatstone'schen Brücke den Widerstand des Galvanometers hat. Es werde diese Bedingung als erfüllt vorausgesetzt.

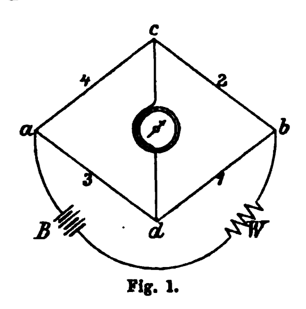


Fig. 1.

Versteht man unter Bolometer stets nur denjenigen Theil des Widerstandes der Wheatstone'schen Brücke, welcher bestrahlt werden kann, so zerfällt also der Widerstand einer bolometrischen Messvorrichtung im Wesentlichen in das Galvanometer, das Bolometer und die Hilfswiderstände (Rheochord u. s. w.).

Man kann die Strahlung einer Lichtquelle messen, indem man nur einen der vier Zweige bestrahlen lässt; den doppelten Effekt erhält man durch gleichzeitige Bestrahlung der beiden Widerstände 2 und 3 oder 1 und 4. Will man zwei Strahlungen mit einander vergleichen, so setzt man am besten das eine Paar 2 und 3 der einen und gleichzeitig das andere Paar 1 und 4 der anderen Strahlungsquelle aus. Diese Anordnung ist die von uns gewählte; es gehören in diesem Falle alle vier Zweige der Brücke zum Bolometer.

Wir wollen zunächst untersuchen, wovon die Grösse des Ausschlags am Galvanometer abhängt, um hieraus die Bedingungen abzuleiten, welche für die Konstruktion des Bolometers maassgebend sind. Es hängt dieser Ausschlag von der Wirkungsgrösse der Strahlungsquelle, von der Empfindlichkeit des benutzten Galvanometers und von der Leistung des Bolometers ab. Wird die Betrachtung für eine bestimmte Strahlungsquelle angestellt, so ist ihre Wirkungsgrösse konstant zu setzen. Dasselbe sei der Fall in Bezug auf die Empfindlichkeit des Galvanometers; auch diese sei bei unseren Betrachtungen konstant.

Es bleibt dann der Ausschlag nur noch abhängig von der Leistung des benutzten Bolometers. Diese gipfelt darin, dass bei einer Strahlung im Stege ein grösstmöglicher Strom entstehe; für den oben angeführten Fall, dass jeder der vier Zweige den Widerstand des Galvanometers besitzt, ergiebt sich die Grösse dieses Stegstromes i aus der bekannten Gleichung:

$$i = \frac{J\alpha}{8},$$

in welcher J die Intensität des Hauptstroms und α eine kleine prozentische Widerstandsänderung in einem der vier Zweige bedeutet. Es wächst also i mit den Grössen J und α. Hieraus folgt zunächst die Bedingung:

1. Die Intensität des Hauptstromes werde ein Maximum.

Aus der Diskussion der Grösse α, welche in unserer ausführlichen Mittheilung in *Wied. Ann.* durchgeführt ist, ergeben sich dann noch folgende Bedingungen,

welche sich nur auf die Eigenschaften des Bolometers beziehen. Hiernach muss ebenfalls ein Maximum werden:

2. Der Temperaturkoeffizient des benutzten Metalles.
3. Der Absorptionskoeffizient der bestrahlten Fläche.
4. Der bestrahlte Theil des Bolometerwiderstandes und bei gegebenem Metall:
5. das Verhältniss der Gesammtoberfläche zur Masse des Bolometers.

Während ein Minimum werde:

6. das Emissionsvermögen der Gesammtoberfläche des Bolometers.

Als Bedingung 7 ist dann noch die für die Ausnutzung des Stromes i maassgebende Forderung aufzustellen, es soll

7. der Widerstand des Galvanometers und somit auch der Widerstand jedes Bolometerzweiges (laut Festsetzung S. 82) möglichst gross genommen werden.

Während die unter 2 genannte Bedingung von geringer Tragweite ist, insofern der Temperaturkoeffizient von den in Frage kommenden Metallen nicht sehr verschieden ist, kann man den Bedingungen 3 und 6 bestens genügen, indem man für das Bolometer blanke Metallbleche wählt, deren bestrahlte Oberfläche berusst wird, während ihre nicht bestrahlten Flächen blank bleiben. Das Material darf sich also nicht oxydiren.

Zu den übrig bleibenden Bedingungen 1, 4, 5 und 7, welche sich auf die Widerstandsänderungen und somit auf die Grösse des Ausschlags beziehen, kommen noch einige nicht weniger wichtige hinzu, welche sich auf die Konstanz der Ausschläge beziehen und sich erst beim praktischen Arbeiten mit dem Bolometer herausstellen. Gerade bei unseren Versuchen kommt es nicht so sehr auf die Grösse der Ausschläge an als vielmehr auf die Genauigkeit, mit welcher ein Ausschlag, also auch eine Strahlung, gemessen werden kann. Unter „Genauigkeit“ werde verstanden das Verhältniss des Ausschlages zur mittleren Abweichung mehrerer Ausschläge. Diese Grösse hängt ab von der Ruhelage des benutzten Galvanometers bei geöffnetem und geschlossenem Strom einerseits und dem Verlauf des Ausschlags andrerseits.

Der Verlauf des Ausschlags bezw. die Zeit desselben ist lediglich durch die „Trägheit“ des Bolometers bedingt. Um einen präzisen Umkehrpunkt am Ende des Ausschlags zu erhalten, muss die einer Strahlung entsprechende Temperaturerhöhung bezw. Widerstandsänderung des Bolometers in kürzerer Zeit beendet sein, als das Galvanometer zu einem Ausschlag braucht. Die Trägheit hängt aber hauptsächlich vom Verhältniss der Oberfläche zur Masse ab, welches möglichst gross werden muss.

Wichtige Folgerungen ergeben sich ferner aus der Abhängigkeit der Genauigkeit des Ausschlags von der Ruhelage des Galvanometers. Was die Ruhelage bei geöffnetem Strome betrifft, so werde dieselbe als konstant und tadellos vorausgesetzt, hängt sie doch lediglich von der Beschaffenheit des Galvanometers ab, dessen nähere Eigenschaften wir hier unerörtert lassen. Umsomehr interessirt uns die Ruhelage des Galvanometers bei geschlossenem Strom, deren Konstanz unter obiger Annahme nur durch die Beschaffenheit der Bolometerwiderstände bedingt ist; in unserem Fall sind es deren vier.

Wir betrachten den Fall, dass die Brücke vollkommen abgeglichen sei und demnach kein Strom durch das Galvanometer fliesst. Dieser Zustand werde als die „Gleichgewichtslage“ des Bolometers bezeichnet. Diese Gleichgewichtslage

muss konstant sein und darf nur durch die zu messende Strahlung selbst gestört werden. Bei einer Wheatstone'schen Brücke, welche aus äusserst dünnen, von einem grösstmöglichen Strom durchflossenen Metallstreifen besteht, stehen der Bedingung von der Konstanz der Gleichgewichtslage mancherlei Schwierigkeiten entgegen.

Dieselben ergeben sich bei Erörterung der Faktoren, welche den Bolometerwiderstand beeinflussen. Da sich der Widerstand mit der Temperatur ändert, so müssen erstens alle Widerstände den gleichen Temperaturkoeffizienten haben, damit die Gleichgewichtslage trotz der schwankenden Zimmertemperatur konstant bleibt. Eine weit wichtigere Störungsursache bildet jedoch die in so dünnen Metallen erzeugte Stromwärme und die damit verbundenen Luftströmungen längs der Bolometerstreifen. Diese Störungsursache ist unvermeidlich, soll doch die Intensität des Hauptstromes ein Maximum sein. Macht man den Hauptstrom für ein gegebenes Bolometer zu stark, so sind die durch die Luftströmungen eintretenden Widerstandsschwankungen so gross, dass ein Beobachten unmöglich wird. Man muss daher die Stromstärke derart beschränken, dass die Gleichgewichtslage des Bolometers konstant bleibt. Es bleibt also nur noch übrig, den Luftströmungen einen möglichst regelmässigen Verlauf vorzuschreiben.

Neben dieser eigentlich sekundären Wirkung der Stromwärme bringt dieselbe noch folgende Störung mit sich. Da eine Aenderung der Stromintensität J im Hauptkreise (z. B. Schliessen und Oeffnen oder inkonstante Elemente) auch eine Aenderung der Stromwärme erzeugt, so muss der Gleichgewichtszustand gestört werden, wenn die vier Bolometerzweige nicht in jeder Beziehung identisch sind. Dauert doch in solchem Falle (z. B. bei verschieden dicken Blechen) das Ansteigen bezw. die Abnahme der Temperatur in den verschieden beschaffenen Zweigen verschieden lange.

Wir haben somit folgende Bedingungen gefunden, welche ein für unseren Zweck geeignetes Bolometer erfüllen soll, bei dem sowohl die Grösse des Ausschlags als die Genauigkeit desselben ein Maximum werde.

1. Die vier Zweige seien in jeder Beziehung identisch.
2. Das Verhältniss der Oberfläche zur Masse (bei gegebenem Material) sei möglichst gross; ebenso
3. der Widerstand,
4. der nutzbare Theil des Bolometerwiderstandes und
5. der anwendbare Strom.

Mängel der bisherigen Herstellungsmethoden.

Bisher verwandte man meist die käuflichen Drähte und Bleche, um Bolometerwiderstände herzustellen. Gegen die Benutzung von Drähten spricht im Allgemeinen der Umstand, dass bei ihnen das Verhältniss von Oberfläche zur Masse relativ klein ist. Hierdurch erhält das Bolometer ausser der geringen Empfindlichkeit eine gewisse Trägheit, d. h. die Galvanometernadel wandert nur träge und langsam der Ruhelage zu. Bei einem aus den käuflichen dünnsten Drähten von 0,06 *mm* Dicke gefertigten Bolometer braucht die Nadel etwa 100 Sekunden, ehe sie ihren Ausschlag beendet hat. Aber auch die dünnsten nach der Wollaston'schen Aetzmethode herstellbaren Platindrähte von weniger als 0,01 *mm* Dicke scheinen nicht zu genügen; wenigstens hat man dieselben vor der Benutzung noch zu Blechen ausgehämmert. Gewiss erhält man auf solche

Weise ausserordentlich dünne Platinbleche; es dürfte aber unmöglich sein, mittels derselben Bolometer, insbesondere Flächenbolometer herzustellen, deren vier Zweige die von uns verlangten Eigenschaften erfüllen. Derselbe Einwurf ist gegen die Anwendung der käuflichen Bleche zu machen. Das sogenannte Goldblatt ist vielfach durchlöchert und ungleich dick. Das käufliche Stanniol hinwiederum ist nicht dünn genug. Selbst wenn man aber geeignete dünnste Bleche zur Verfügung hätte, so würde die schwierige Hantirung mit denselben die Erreichung unseres Zieles vereiteln. Alle Schwierigkeiten werden überwunden durch die im Folgenden beschriebene Herstellungsmethode. Sie erlaubt gleichgut die gewünschten Linear- wie Flächenbolometer in relativ bequemer Weise zu verfertigen, indem man die Bolometerwiderstände gleichmässig aus ziemlich dicken Platinsilberblechen auf der Theilmaschine zurechtschneidet, diese getheilten Bleche montirt und hierauf das Silber abätzt.

Methode der Herstellung.

Man schweisst ein Platinblech auf ein 10 mal so dickes Silberblech und schickt beide durch geeignete Walzen, welche die Gesammtdicke nach und nach verringern. Ist letztere klein, so muss das Platinsilberblech zwischen Kupferblechen gewalzt werden. Bei diesem Verfahren bleibt das Verhältniss der Dicken der einzelnen Metalle Platin und Silber nahe ungeändert. Wird von Zeit zu Zeit das durch die Walzen geschickte Blech wieder im Holzkohlenfeuer geglüht, so kann man Platinsilberbleche von beliebiger Dünne herstellen. Bei einer Dicke von $^1/_{200}$ *mm* lässt sich das Platinsilberblech noch leicht vom Kupferblech loslösen; bei geringerer Dicke presst sich auch das Kupfer mit den anderen Metallen schwer ablösbar zusammen. Jedenfalls aber kann man durch Abätzen, sei es des Silbers allein, sei es des Kupfers und Silbers, Platinbleche herstellen, deren Dicke weniger als $^1/_{3000}$ *mm* beträgt. Bei einer Dicke von $^1/_{1200}$ *mm* sind die so erhaltenen Platinbleche noch kohärent und von gleichmässiger Dicke. Geht letztere unter eine Wellenlänge ($^1/_{3000}$ *mm*), so treten im Blech kleine Löcher auf, wodurch dasselbe für schmale Streifen unbrauchbar wird. Aber auch mit den besten dünnen Blechen ist, wie schon vorher erwähnt wurde, nichts anzufangen, da sie nicht in die geeignete Form zerschnitten und nur schwer montirt werden können. Wir operiren darum mit dem Platinsilberblech, noch ehe dasselbe geätzt worden ist. Zunächst bestimmt man die Dicke des Platins, welche nach unseren Erfahrungen $^1/_{1200}$ *mm* betragen darf. Dazu wägt man ein vom Silber befreites Probestückchen und berechnet hieraus und aus den Dimensionen und dem spezifischen Gewicht die Dicke. Bei einiger Erfahrung kann man mit Kenntniss der Gewichte der Einzelbleche vor dem Walzen und aus den Dimensionen des Platinsilberbleches nach dem Walzen genügend genau die Dicke jedes der beiden Metalle bestimmen und so schon beim Walzen die Dicke reguliren, also auch jede gewünschte Dicke erreichen.

Die aus dem Kupfer genommenen Platinsilberbleche werden mittels Kanadabalsams auf ebener Glasplatte befestigt und auf der Theilmaschine so ausgeschnitten, dass ein gemäss Fig. 2 zusammenhängendes schmales aber langes Band übrig bleibt. In unserem Falle beträgt die Länge eines Vertikalstreifens etwa 32 *mm*, die Breite eines Streifens 1 *mm* und der Zwischenraum zwischen 2 Streifen 1,5 *mm*; die Gesammtlänge *a b* also etwa 380 *mm*, da im Ganzen 12 Vertikalstreifen auf einen Bolometerzweig kommen. Fig. 2 stellt

a Fig. 2. *b*

einen solchen in halber natürlicher Grösse vor. An den Enden bei *a* und *b* sind grössere Flächen stehen gelassen, um an diese die Leitungsdrähte für den elektrischen Strom befestigen zu können.

Man wählt natürlich beim Walzen die Platinsilbermassen so, dass aus dem endgiltigen dünnen Platinsilberstreifen eine grössere Anzahl Bolometerzweige getheilt werden kann. Nach der Theilung montirt man dieselben auf kleinen Schieferrahmen.

Die Figuren 3 und 4, welche eine Vorder- und Rückansicht des Rahmens darstellen, veranschaulichen die Art dieser Befestigung. In Fig. 3 ist *c d k i* die Oeffnung des Rahmens, welche sich bei *c d* und *i k* nach der unteren Fläche des Rahmens zu erweitert, wie es in Fig. 4 sichtbar ist. Da der Strom hintereinander die Vertikalstreifen durchlaufen soll, so müssen die Enden *m* derselben von einander isolirt sein. Der Rahmen besteht darum aus Schiefer; an den Ecken desselben ist bei *w* und *w'* je ein Kupferblech befestigt, an welches die Lappen *a* und *b* gelöthet werden. Vorher klebt man die Enden *m* und *m'* am Rahmen fest und giebt, noch ehe der Klebstoff trocknet, den einzelnen Streifen die gewünschte Lage. Nachdem das Aufkleben und Anlöthen geschehen, bestreicht man diejenigen Stellen des Metalles, welche beim Aetzen erhalten bleiben sollen, mit säurefestem Zaponlack. Es sind dies die Enden *m* bis zur Kante *c d* und diejenigen *m'* bis zur Kante *i k*, ausserdem die Löthstellen mit den Kupferblechen *w* bezw. *w'* und den an letzteren sitzenden Zuleitungsdrähten. Von der Säure können demnach nur die in Fig. 4 sichtbaren Stellen des Platinsilberbleches angegriffen werden. Das Aetzen geschieht mittels verdünnter Salpetersäure, von welcher das Metall durch Waschen mit Wasser gereinigt wird. Dabei muss natürlich die Säure und vor allem das Wasser in das Gefäss behutsam hinein- und herausgehebert und darauf geachtet werden, dass die Metallstreifen vertikal stehen. Lässt sich solch Bolometerzweig noch vor dem Aetzen leicht sowohl aus der Säure als auch aus dem Wasser nehmen, so ist nach dem Abätzen des Silbers die äusserste Vorsicht geboten. Ist das Platinblech nur noch etwa $^1/_{1200}$ *mm* dick, so zerreisst es wegen der Kapillarkraft der Wasseroberfläche leicht, wenn man es aus dem Wasser zu nehmen versucht; letzteres muss darum behutsam abgehebert werden.

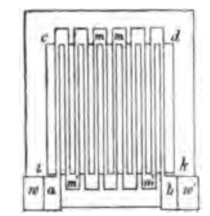
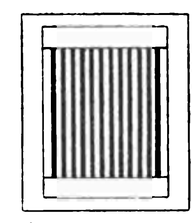


Fig. 3.


Fig. 4.

Nach dem Aetzen ist das Gitter aber auch gegen stärkere Luftstösse zu schützen, dagegen kann es im geschlossenen Glaskasten kräftig erschüttert werden, ohne zu zerreissen, da das Gewicht der Platinstreifen ausserordentlich gering ist. Nachdem derart eine ganze Anzahl von Bolometerzweigen hergestellt ist, misst man deren Widerstände und wählt diejenigen vier Zweige aus, deren Widerstände einander am nächsten kommen. Diese Zweige werden sodann auf der zu bestrahlenden Seite berusst, während sie auf der anderen Seite blank bleiben. Bei unseren ersten Versuchen stellte sich die unliebsame Thatsache heraus, dass der Widerstand des Platinstreifens nach dem Berussen kleiner geworden war, woran lediglich die mit der Berussung verbundene Erhitzung Schuld hatte. Ausserdem lieferten die gewöhnlichen Berussungsmethoden viel zu grobe Niederschläge. Um diese Nachtheile zu beseitigen, wurde folgendes Verfahren eingeschlagen. Die durch den Schutzmantel *p* (Fig. 5) vor Luftströmungen geschützte

kleine Flamme eines Petroleumlämpchens l erzeugt den Russ, welcher durch das Glasrohr r gezwungen wird, fadenförmig nach oben zu steigen, wo er durch die Oeffnung o eines horizontalen Kupferbleches auf die zu berussende Stelle trifft. Während man durch Verschieben der Glasröhre r längs der vertikalen Schiene v die Stärke des Russstromes und damit die Feinheit des Russes beliebig variiren kann, dient das Kupferblech q dazu, den Russ seiner Hitze zu berauben. In der That gelingt es, die Russschicht so fein niederzuschlagen, dass dieselbe Löcher von $^1/_{10}$ *mm* Durchmesser offen lässt und scharf mit den Rändern der Streifen abschneidet; andrerseits ändert diese kalte Berussung den Widerstand des Platinstreifens fast garnicht. Um die nicht zu bestrahlende Seite des letzteren blank zu erhalten, deckt man auf dieselbe im Abstand von 0,5 *mm* eine Metallplatte und führt die andere zu bestrahlende Seite über der Oeffnung o solange hin und her, bis alle Streifen genügend geschwärzt sind.

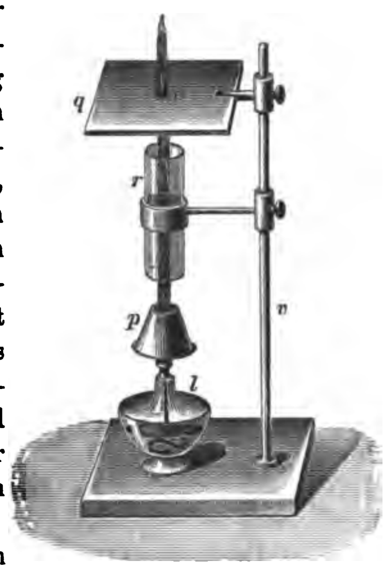
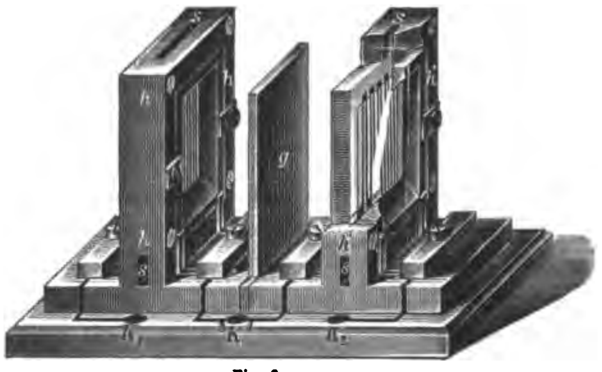


Fig. 5.

Die nochmals auf ihren Widerstand geprüften vier Zweige werden hierauf zum Bolometer vereinigt. Der Widerstand jedes Zweiges unseres Bolometers beträgt 60 *Ohm.* Sind die Lichtquellen nicht sehr ausgedehnt, so kann das Bolometer die in Fig. 6 sichtbare Form erhalten. In ihr sind im Holzrahmen h die beiden Zweige 2 und 3, im Holzrahmen h' das andere Paar 1 und 4 angebracht; damit man die Stellung der Schieferrahmen bezw. der Gitter sieht, sind in Fig. 6 der Holzrahmen und die beiden Schieferrähmchen abgebrochen gezeichnet. Die letzteren stehen so, dass die Streifen des einen Gitters die Intervalle des anderen decken, wenn man senkrecht auf die Mitte der Gitterfläche blickt. Die beiden Paare 2, 3 und 1, 4 sind bei g durch eine berusste Kupferplatte getrennt; dieselbe soll weder Wärmestrahlung reflektiren noch hindurchlassen. Die Stellen s bedeuten Oeffnungen für einen bequemen Weg der Luftströmungen.


Fig. 6.

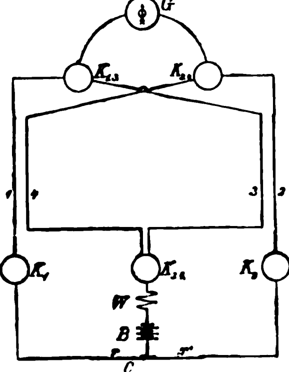


Fig. 7.

Bei K_1, K_{34} und K_2 sind für die Stromzuleitungen drei Klemmen; ebenso sitzen auf der entgegengesetzten Seite des Fussbrettes noch zwei Klemmen, K_{13} und K_{24}, welche in Fig. 6 nicht sichtbar sind. Das Schema der Schaltung und Stromzufuhr geht aus Fig. 7 hervor. Die Klemmen K_1 und K_2 sind nicht direkt mit dem einen Pol der Batterie B verbunden; zwischen ihnen ist ein Rheochord $r\,r'$ eingeschaltet,

um die kleinen unvermeidlichen Ungleichheiten zwischen den Bolometerwiderständen ausgleichen zu können. Dieser Rheochordwiderstand ist in der Skizze 1 der Wheatstone'schen Brücke nicht gezeichnet, sondern nur im Text erwähnt worden; im Uebrigen ist die Anordnung beider Skizzen übereinstimmend und hierdurch der Verlauf des Stromes in Fig. 7 ersichtlich.

Gebrauch des Bolometers.

Zunächst prüft man das gegen äussere Luftströmungen gut geschützte Bolometer auf die Konstanz seiner Gleichgewichtslage. Bleibt dieselbe bei Schwankungen der Zimmertemperatur konstant, so ist der Temperaturkoeffizient aller vier Zweige der gleiche. Es war dies bei unserem Bolometer für ein Temperaturintervall von mehreren Graden erfüllt.

Dass die Beschaffenheit aller vier Zweige die gleiche ist, geht aus der umgeänderten Gleichgewichtslage bei einer Schwankung des Hauptstromes J hervor. Der für die genauesten Messungen brauchbare Strom darf hierbei die Höhe von 0,04 *Ampere* erreichen; es ist die dann eintretende Querschnittsbelastung die vierzigfache des in der Praxis bei dicken Wiederständen gestatteten; dass dieses möglich ist, liegt an dem ausserordentlich günstigen Verhältniss der Oberfläche zur Masse. Was die Trägheit des Bolometers betrifft, so ist die durch eine Strahlungsquelle bedingte Widerstandsänderung in weniger als vier Sekunden beendet. Das Galvanometer mit der Schwingungsdauer von vier Sekunden zeigt nämlich am Ende des Ausschlages einen deutlichen Umkehrpunkt und pendelt um seine Ruhelage herum, ohne im Sinne des Ausschlages wesentlich weiter zu wandern. Die geringe Trägheit unseres Bolometers wird ausser durch die geringe Dicke der Bolometerstreifens hauptsächlich dadurch bedingt, dass die Stellen m bez. m' (Fig. 3), welche am Schiefer angeklebt sind und bei der Bestrahlung an der Widerstandsänderung nicht sofort theilnehmen, einen ungefähr 70 mal grösseren elektrischen Querschnitt besitzen als die nutzbaren Stellen. Erstens haben sie eine etwa 10 fache Dicke, insofern sie aus Platin und Silber bestehn, andererseits ist die Leitungsfähigkeit des Silbers etwa die siebenfache von der des Platins.

Genauigkeit und Empfindlichkeit.

Zur Prüfung der Genauigkeit der Strahlungsmessungen wurde folgender Versuch gemacht, welcher eine ziemlich konstante Strahlungsquelle voraussetzt. Eine kleine Glühlampe, welche von Akkumulatoren gespeist wurde und deren Gesammtstrahlung ungefähr gleich der von drei Kerzen oder vier Hefnerlichtern ist, bestrahlte zwei Zweige des Bolometers, deren Entfernung von der Glühlampe 1 *m* betrug. Zwischen Glühlampe und Bolometer war ein Fallbrett eingeschaltet, welches ein Loch für die Bestrahlung abwechselnd öffnete und verschloss. Hierdurch wurden folgende Ausschläge erzielt:

Ruhelage vor dem Oeffnen	Umkehrpunkt nach dem Oeffnen	Grösse des Ausschlags in *mm*	Abweichung vom Mittel
700,5	285,8	414,7	− 0,1
0,7	5,6	5,1	+ 3
0,2	5,3	4,9	+ 1
0,3	5,8	4,5	− 3
0,3	5,8	4,5	− 3
0,2	5,5	4,7	− 1
0,4	5,5	4,9	+ 1
0,8	6,0	4,8	0
0,9	6,2	4,7	− 1
701,0	286,2	414,8	0,0
	Mittel	414,8	

Bei diesen Versuchen besass das Galvanometer eine Empfindlichkeit von 1,5 . 10^{-9} *Amp.* Der von der Batterie kommende Hauptstrom betrug 0,006 *Amp.*, der Umkehrpunkt trat nach einer Bestrahlung von 8 *Sek.* ein.

Wie man sieht, ist die Gleichgewichtslage sowohl des Galvanometers wie des Bolometers eine gute, da die Ruhelage während der Beobachtungsreihe, welche etwa 10 Minuten in Anspruch nahm, nicht aus dem Intervall eines Millimeters herausgetreten ist. Die Abweichungen vom Mittel sind stets kleiner als 0,1 % geblieben. Will man aus den Resultaten einen wahrscheinlichen Fehler des Resultats berechnen, so ergiebt sich dieser gleich 0,01 %. Die dem Ausschlag entsprechende Temperaturerhöhung eines Bolometerzweiges ist gleich 0,15° Celsius. Ein Hefnerlicht bringt im gleichen Abstand eine solche von 0,038° hervor. Es sei erwähnt, dass die Strahlung eines Hefnerlichtes noch mit derselben Genauigkeit gemessen werden kann. Den in der Einleitung erwähnten Zweck haben wir hiermit erreicht und glauben in dem Bolometer einen Apparat zu besitzen, welcher unseren Anforderungen vollkommen genügt.

Ueber einen Interferenzrefraktor.

Von
Ludwig Mach in Prag.

Der Jamin'sche Interferenzrefraktor besitzt in seiner gewöhnlichen Ausführung ein relativ kleines Interferenzfeld, welches bei vielen Untersuchungen sich als unzureichend erweist. Eine Vergrösserung des Feldes lässt sich nur durch entsprechende Vergrösserung der Plattendimensionen erreichen, was mit ganz erheblichen technischen und materiellen Schwierigkeiten verbunden ist. Dieser Umstand veranlasste die Ausführung[1]) eines neuen Apparates, der auf folgendem Prinzipe beruht. Denkt man sich die Vorderfläche und die versilberte Rückfläche einer Jamin'schen Platte durch eine Planplatte und einen Silberspiegel auf Glas ersetzt, und diese auf einem Stabe, jedes Stück für sich, drehbar und verschiebbar angebracht, so hat man eine Jamin'sche Platte von variabler Dicke, und kann durch Kombination dieser Vorrichtung mit einer zweiten genau gleichen die Jamin'schen Streifen herstellen, wobei noch durch Auseinanderschieben der Platten die Bündel beliebig weit getrennt werden können.

Einen auf demselben Prinzipe beruhenden Apparat hat Herr Dr. Zehnder in *dieser Zeitschrift 1891. S. 275* beschrieben, wobei jedoch zu bemerken ist, dass mein Apparat anderen Untersuchungen angepasst wurde, als sie Herr Dr. Zehnder im Auge hatte, weshalb auch meine Konstruktion von der seinigen verschieden ist. Dieser Umstand veranlasste die nachfolgende kleine Mittheilung, die ich lieber einer spätern Zeit vorbehalten hätte.

Ein grosser Metallring D (Fig. 1 a. f. S.) trägt an seinen Durchmesserenden zwei konaxial gedrehte Axenzylinder, die in den auf der Marmorplatte U montirten und durch Rippen versteiften Lagerträgern $L\,L$ liegen. Der in jeder durch seine Drehungsaxe gehenden Ebene äquilibrirte Ring kann in irgend einer derselben durch Anziehen der Lagerschrauben fixirt werden. Zur Vermehrung der Steifheit

[1]) Den hier beschriebenen Apparat hatte ich bereits Ende Juli 1891 in seinen Theilen fertiggestellt, konnte jedoch denselben wegen verspäteter Lieferung einer Werkzeugmaschine erst Anfang November 1891 ganz vollenden. — Vergl. die vorläufige Mittheilung im *Anzeiger der Wiener Akademie* vom 5. November 1891.

desselben bei gleichzeitiger Verminderung des Eigengewichtes wurde demselben der in Fig. 2 dargestellte Querschnitt gegeben. Entsprechend seinen Axen besitzt der Ring zwei rechteckige eingefraiste Flächen (Tischchen). Im Kreuzungspunkt der Rechtecksdiagonalen der Tischchen und senkrecht zur Fläche derselben ist der Ring zylindrisch durchbohrt. Die Tischfläche besitzt drei unter 120° angebrachte Bohrungen, welche zur Aufnahme der stählernen Spitzschräubchen $s\,s'\,s''$ (Fig. 3) des Statives $S\,S'$ bestimmt sind; letzteres geht mit seinem röhrenförmigen Theile durch die schon erwähnte Bohrung *mnop* des Ringes hindurch, und wird an seinem unteren Ende mittels der Mutter *M* und der Glockenfeder *G* mit den Spitzschräubchen in die zugehörigen Bohrungen hineingezogen. Das Stativ $S\,S'$ ist im Inneren genau kegelförmig ausgedreht, und bildet den Träger des eingeschliffenen Zapfens *K*, der mit dem Prisma *P*, welches in der schematischen Zeichnung Fig. 3 im Querschnitte zu sehen ist, ein einziges Gussstück bildet.

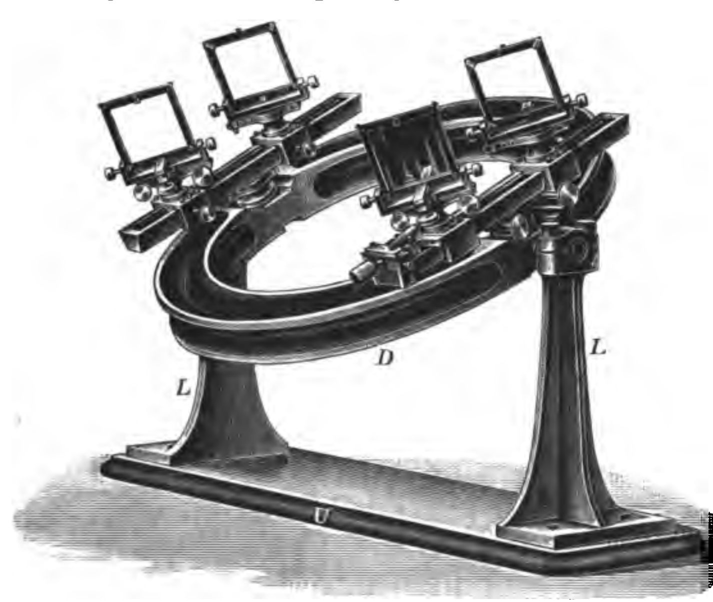


Fig. 1.

Fig. 2.

Das im Querschnitte u-förmige Prisma ist an seiner oberen Seite offen und besitzt an den entsprechenden Stellen die Befestigungs- und Stellschrauben einer Röhrenlibelle. Auf dem Prisma gleitet ein Schlitten, bestehend aus zwei keilförmigen Stücken *t* und *t'* und der Platte *N*, welche durch sechs Stahlschrauben mit den Seitentheilen verbunden ist. Eines der Seitenstücke ist kastenförmig ausgefraist und dient (in Fig. 3 angedeutet) zur Aufnahme einer Stahlfeder, welche den Schlitten an das Prisma sanft anzieht, und zugleich mit Hilfe der Klemmschraube *q* zur Fixirung des Schlittens verwendet wird. In die Platte *N* ist eine Säule eingeschraubt, welche ähnlich wie das Stativ $S\,S'$ das Lager eines Kegels *H* bildet, der an seinem unteren Ende mittels einer Mutter und einer Lederscheibe in seiner Lage fixirt wird. Der mit dem Kegel *H* aus einem Gussstücke bestehende Rahmen $R\,R'$ besitzt zwei diametral gegenüber liegende Spitzenschräubchen $b\,b'$, zwischen denen sich der den Spiegel oder die Planplatte tragende Rahmen $\rho\,\rho'$ scharnierartig hin und her bewegen lässt. Ein kleiner, zur Rahmenfläche senkrecht aufgeschraubter Balken wird mittels einer unter demselben befindlichen Bogenfeder auf das konvex geschliffene Ende der Schraube *z* gedrückt, mit welcher man den Rahmen um die

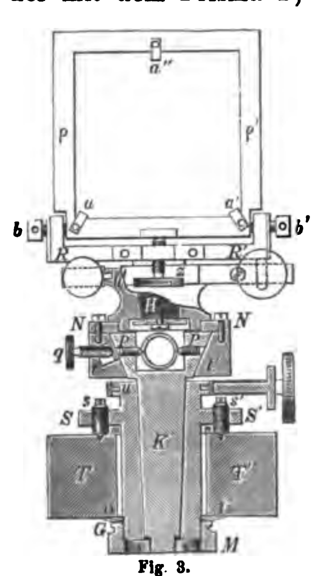


Fig. 3.

oben erwähnte Spitzenaxe mikrometrisch drehen kann. Die Säule ist an ihrem oberen Ende mit einer eingedrehten Hohlkehle *u'* versehen, in welcher sich eine aus zwei Stücken bestehende Ringklemme *v* (Fig. 4) bewegt, die mittels der Schraube *Z* geklemmt werden kann. Ein in den Rahmen *R R'* eingelassener zylindrischer Stahlstift wird mit einer an der Ringklemme angebrachten Feder an das Ende der Mikrometerschraube *C* angedrückt, vermittels welcher man dann den Rahmen mikrometrisch um die Axe des Kegels *H* (Fig. 3) drehen kann. Das Stativ *S S'* besitzt eine ganz ähnlich gearbeitete Ringklemme zur entsprechenden Einstellung des Prismas *P*. Auf jedem Prisma gleiten zwei Schieber, deren Einrichtung erlaubt, die Platte bezw. den Spiegel um zwei zu einander senkrechte Axen zu drehen. Ein Schlitten ist zum Zwecke einer Mikrometerverschiebung auf dem Prisma mit einer Hilfsvorrichtung verbunden. Dieselbe besteht aus einem kleineren, jedoch ganz ähnlich gebauten Schieber *V* (Fig. 4), der mit einer Mikrometerschraube *g* ausgestattet ist, an deren glashartes, konvex geschliffenes Ende (in der Figur durch die weiter unten beschriebene Stahlfeder *f* verdeckt) der, eine ebenfalls glasharte, plangeschliffene Stahlscheibe tragende Schieber mittels der Spiralfedern *r r'* gepresst wird. Die Erfahrung hat gelehrt, dass es nöthig ist, die, wenn auch nur mikroskopischen, Hebungen und Senkungen des Schiebers, bedingt durch den Rotationssinn der Mikrometerschraube *g*, durch die Wirkung der nach abwärts drückenden Feder *f* möglichst zu verkleinern. Um die Platten in ihren Rahmen solide und ohne Pressung zu befestigen, habe ich die letzteren genau auf die Plattengrösse ausgefeilt und zugleich die Rahmenstärke auf die Plattendicke heruntergeschliffen. Auf der einen Seite sind drei in die innere Rahmenlichtung etwas hineinragende Messingplättchen *a a' a''* (Fig. 3) aufgeschraubt, auf der anderen Seite in einer um 180° gedrehten Anordnung. Zwischen diesen beiden Punktsystemen wird die Platte fest und doch ohne schädliche Pressung fixirt. Vor der Aufstellung des Apparates ist es angezeigt, sich über die Fehler der Prismen zu instruiren, was man am besten dadurch erreicht, dass man den Spiegel und die Planplatte des betreffenden Prismas unter 45° gegen die Prismenaxe stellt, und die beiden Bilder eines ein oder mehrere Kilometer weit entfernten Objektes in einem Fernrohre zur Deckung bringt. Bei einer Schlittenverschiebung sollen die Bilder wenig oder gar nicht auseinanderweichen. Die Güte der Spitzenbewegung kann man auf eine ganz ähnliche Weise einer Prüfung unterziehen.

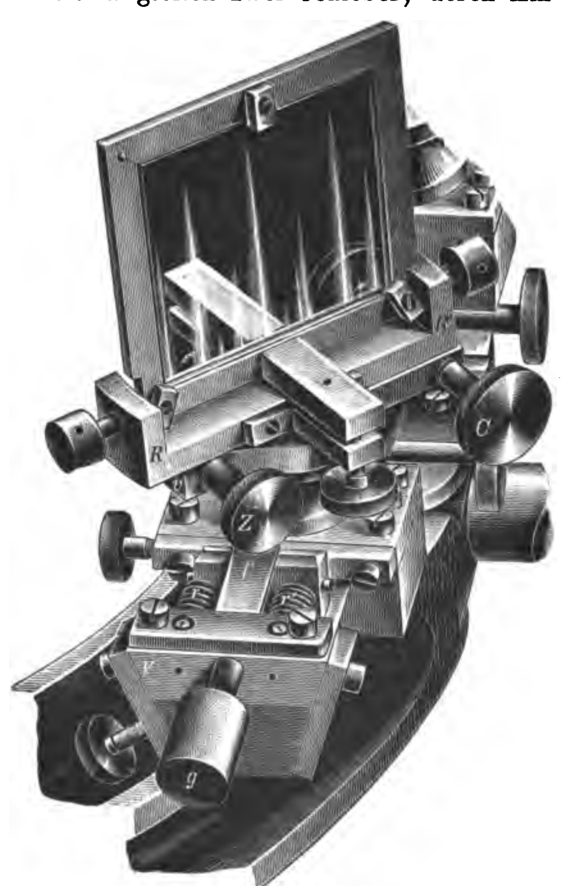


Fig. 4.

Vor der optischen Einstellung ist noch eine kleine mechanische Justirung nöthig. Zu diesem Zwecke stellt man zunächst den Ring mit Hilfe eines Lothes und eines rechtwinkligen Lineales annähernd horizontal, sodann werden mit denselben Hilfsmitteln und den Stellschräubchen $s\,s'\,s''$ die Prismenoberseiten derart in eine Ebene gebracht, dass ein über dieselben gelegtes Lineal allenthalben gut aufliegt. Endlich werden mittels der Röhrenlibellen die Kegelaxen der Prismen genau vertikal gestellt, und damit sind die oberen Flächen der Prismen entsprechend der Empfindlichkeit der Libellen ($1\,p = 12''$) in eine Ebene gebracht.[1])

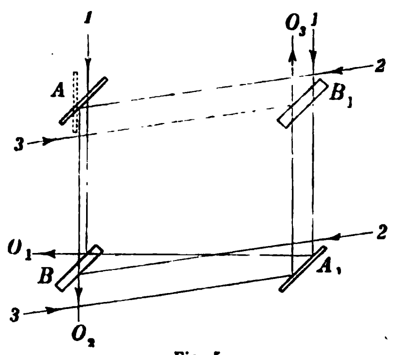


Fig. 5.

Vermittels zweier Stichmaasse werden dann die Prismen parallel und die Schlitten in gleiche Distanzen gestellt[2]).

Bei der optischen Justirung stellt man, wenn A, B und A_1, B_1 (Fig. 5) den Spiegel und die Platte je eines Prismas darstellen, zunächst A_1 und B parallel, indem man Licht eines entfernten Objektes, z. B. eines Kirchthurmes, bei *1, 1* einfallen lässt, und bei O_1 die beiden Bilder desselben in einem Fernrohre zur Koinzidenz bringt, bei welcher Operation die Platte A in die in der Figur punktirte Lage gebracht wird. Auf analoge Weise stellt man B und A parallel, indem man Licht desselben Objektes bei *2, 2* einfallen lässt und bei O_2 beobachtet, und endlich B_1 und A_1, indem bei *3, 3* Licht einfällt und in O_3 die Bilder zur Koinzidenz gebracht werden.

Stellt man nun vor den Apparat eine spaltenförmige Lichtquelle L (Fig. 6), so entwirft eine Linse m zwei durch Helligkeit hervorragende Bilder *1* und *2* dieser Lichtquelle, von welchen z. B. *2* mit dem Schirme T abgeblendet wird. Bild *1* wird mit dem Prisma untersucht, und die darin vorgefundenen Interferenzstreifen werden durch Handhabung der Mikrometerschrauben unter Verkleinerung des Gangunterschiedes entsprechend verbreitert[3]).

Fig. 6.

Nach sorgfältiger Justirung des Apparates sieht man auch ohne Prisma und ohne Anwendung einer Natriumflamme schöne farbige Interferenzstreifen im Felde. Ursprünglich verwendete ich an Stelle der einfachen Silberspiegel an der Rückseite versilberte Planplatten von gleicher Dicke, bei welcher Anordnung die Linse m nicht zwei, sondern eine ganze Reihe von Bildern grösserer Helligkeit entwirft. In diesem Falle ist die Abblendung der entsprechenden Bündel eine sehr umständliche, weswegen ich obige Verbesserung erdachte. Endlich hatte ich vorher auch versucht, vier genau gleich dicke Platten zuerst paarweise, und

[1]) Es wurde bereits bei der Werkstattsarbeit Sorge getragen, dass die Kegelaxen auf den Prismenoberflächen genau senkrecht stehen. Ich erreichte dies durch eine eigenthümliche Methode des Auffutterns auf Metall mittels Rose's Metalllegirung. Vergl. *diese Zeitschrift 1891. S. 338.*

[2]) Desselben Einstellungsmittels bediente sich Dr. Zehnder.

[3]) Dieses Mittels bedient sich Prof. E. Mach seit langer Zeit zur Einstellung der Interferenzerscheinungen. Man verkleinert den Gangunterschied, indem man die Streifen gegen das violette Ende des Spektrums schiebt. Vergl. E. Mach, *Optisch-akustische Versuche.* Prag 1873.

dann die Paare als Jamin'sche Platten einzustellen, was auch mit Hilfe des Prismas gelang. Bei dieser Anordnung hat man jedoch die verschiedenen Streifensysteme, welche die einzelnen Plattenpaare miteinander erzeugen, alle zugleich im Felde, was so störend ist, dass diese Versuchsform wieder fallen gelassen wurde[1]). Im Laufe der Versuche dürfte der Apparat wohl noch Modifikationen erfahren.

Ueber die Herstellung von reinem Platin.

Von
Dr. F. Mylius und Dr. F. Foerster.
(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Das Platin nimmt unter den Metallen, welche zu physikalischen Versuchen Verwendung finden, einen so hohen Rang ein, dass es von Wichtigkeit ist zu wissen, bis zu welchem Grade der Reinheit gegenwärtig dies Metall hergestellt werden kann. Die direkte Veranlassung zur Vornahme einer solchen Untersuchung waren die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten Versuche über die Violle'sche Lichteinheit, zu welchen grössere Mengen reinen Platins verwendet werden sollten.

Da das Platinerz neben dem Platin auch die übrigen Platinmetalle: Iridium, Rhodium, Palladium, Ruthenium, Osmium, sowie Eisen und andere Schwermetalle enthält, so liegt die Möglichkeit vor, dass auch im gereinigten Platin diese Stoffe als Verunreinigung vorhanden sind. Thatsächlich bestehen die gebräuchlichen Platingeräthschaften aus unreinem Platin; wir fanden z. B. in einem Platintiegel von W. C. Heraeus in Hanau neben Platin folgende Bestandtheile:

Iridium	2,56 pCt.
Rhodium . . .	0,20 „
Palladium . . .	Spur
Ruthenium . . .	0,02 „
Eisen	0,20 „

Das Iridium mischt man dem Platin absichtlich bei, um das Metall härter und haltbarer zu machen; eine Legirung von neun Theilen Platin und einem Theil Iridium hat bekanntlich zur Herstellung der internationalen Urnormale des Meter und des Kilogramm gedient.

Die analytische Untersuchung der für diesen Zweck hergestellten Legirungen geschah mit grosser Sorgfalt nach Methoden, welche französischen Ursprungs sind, und welche wir den Bemühungen von Sainte-Claire Deville und von Debray verdanken. Diese Methoden wurden im Auftrage des *Comité international des poids et mesures* für den genannten Zweck von Stas auf ihre Zuverlässigkeit geprüft. Ausführliche Berichte darüber finden sich in den Sitzungsberichten des Comités,[2]) sind aber in die deutsche Literatur nicht übergegangen. Die Methoden von Deville und Stas sind die einzigen, welche man für die genaue analytische Trennung der Platinmetalle verwerthen kann, und auch wir haben sie bei unseren Versuchen benutzt. Nach diesen Methoden wird die Trennung des Platins von seinen Be-

[1]) Vergl. *Anzeiger der Wiener Akademie* vom 5. November 1891.
[2]) *Procès verbaux des sciences de 1877. S. 151 bis 205.*

gleitern durch Zusammenschmelzen des Materials mit reinem Blei bewirkt; das Platin und ein Theil der fremden Metalle, wie Palladium, Rhodium und Kupfer, löst sich in dem geschmolzenen Blei leicht auf, während das Iridium mit dem Ruthenium (und dem Eisen) darin unlöslich ist. Behandelt man den Regulus nach einander mit Salpetersäure und mit verdünntem Königswasser, so löst sich im ersteren wesentlich das Blei sowie vorhandenes Palladium und Kupfer, im letzteren wesentlich das Platin und das Rhodium auf, während das Iridium und Ruthenium nebst dem grössten Theil des vorhandenen Eisens im Rückstande bleiben. Auf welche Weise die einzelnen Metalle in den drei Fraktionen aufgefunden und bestimmt werden, kann hier nicht näher besprochen werden. Wir wollen nur anführen, dass die Schärfe und Zuverlässigkeit ihrer Methoden es Deville und Stas erlaubten, die Ergebnisse ihrer Analysen (prozentisch ausgedrückt) bis auf die vierte Dezimale anzugeben.

Da die besprochenen analytischen Methoden immerhin sehr umständlich sind und nur demjenigen genügend sichere Ergebnisse liefern, welcher grosse Uebung in ihrer Ausführung besitzt, so haben wir versucht, die Trennung des Platins von seinen Verunreinigungen dadurch zu bewerkstelligen, dass wir das Platin in irgend welcher Form verflüchtigten; es erschien nicht ausgeschlossen, dass man alsdann die Verunreinigungen im Destillationsrückstand finden würde. Flüchtige Platinverbindungen von verhältnissmässig einfacher Zusammensetzung, welche zu dem gedachten Zwecke verwerthet werden konnten, sind die von Schützenberger[1]) beschriebenen, bis jetzt aber wenig beachteten kohlenoxydhaltigen Verbindungen des Platinchlorürs. Dieselben bilden sich leicht als Destillationsprodukte, wenn Platin im Strome von Chlor und Kohlenoxyd auf 240° erhitzt wird.

Wir haben durch eingehende Versuche festgestellt, dass diese einfache Methode zur Auffindung kleiner Mengen von Rhodium, Silber, Blei und Kupfer im Platin führen kann, dass sie aber versagt, wenn es sich um die Erkennung von Iridium, Palladium, Ruthenium, Osmium, Eisen und Gold handelt, weil diese Metalle in einem Strome von Chlor allein oder in einem solchen von Chlor und Kohlenoxyd bei der von uns innegehaltenen Versuchstemperatur flüchtig sind.

Bei der Prüfung von metallischem Platin auf seine Reinheit hat sich also diese Methode, wenn auch in beschränktem Maasse, als nützlich erwiesen, und man wird zweckmässig zur Auffindung sehr kleiner Mengen von Verunreinigungen sich für gewisse Metalle der Deville-Stas'schen Methode, für andere des von uns vorgeschlagenen Verfahrens bedienen.[1])

Ein direktes Merkmal für die Reinheit eines Stoffes besitzt man nicht. Man kann daher auch die Reinheit eines Metalles nur indirekt erkennen, indem man die möglichen Verunreinigungen in Betracht zieht und sich von der Abwesenheit derselben nach Maassgabe der Empfindlichkeit der angewandten Reaktionen überzeugt. Man ist dann zwar im Stande, dem Minimalgehalte der Substanz an dem reinen Metall einen zahlenmässigen Ausdruck zu geben, muss aber auf die Erkenntniss, wie weit der wirkliche Gehalt an reinem Metall von diesem Minimalgehalt entfernt ist, verzichten.

---

[1]) Schützenberger. *Annal. de chim. et de phys.* (*4.*) *15 S. 100 u. 21 S. 350.* S. a. Pullinger, *Ber. d. D. chem. Ges.* **24.** *S. 2291*, Mylius und Foerster, *ebenda* **24.** *S. 2424* und F. Foerster, *ebenda* **24.** *S. 3751.*

[1]) Eine umfassende Mittheilung über diese Methoden erscheint gleichzeitig mit der vorliegenden Abhandlung in den *Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft.*

Wir haben uns nach den oben erwähnten Methoden ein Urtheil über die Schärfe und Sicherheit der Erkennbarkeit der Verunreinigungen im Platin verschafft; in Folgendem sind die kleinsten Mengen der einzelnen fremden Metalle angeführt, welche wir bei unseren Versuchen noch aufgefunden haben:

Iridium . .	0,003 pCt.	Eisen . . .	0,001 pCt.
Rhodium . .	0,004 „	Kupfer . .	0,002 „
Ruthenium .	0,005 „ [1])	Blei . . .	0,002 „
Palladium . .	0,010 „	Silber . . .	0,002 „

Die Gesammtmenge der von uns noch aufgefundenen aus den genannten acht Metallen bestehenden Verunreinigungen des Platins beträgt somit etwa 0,03 pCt. Zieht man jedoch in Betracht, dass das Vorhandensein von einigen dieser Metalle, wie des Palladiums oder des Rutheniums — des letzteren zumal bei Abwesenheit von Iridium — sehr wenig wahrscheinlich ist, so sieht man, dass die geringste von uns nachgewiesene Menge von Verunreinigungen, wenn diese aus den sechs übrigen Metallen bestehen, 0,014 pCt. beträgt; es ist jedoch zu bemerken, dass wir die Nachweisbarkeit von Rhodium und von Eisen nicht bis zur äussersten Grenze verfolgt haben; die Auffindung dieser Metalle dürfte auch noch gelingen, wenn sie in geringerer Menge als der genannten vorkommen; ein Platin, in welchem man keine der erwähnten Metalle nachzuweisen vermag, kann daher höchstens 0,01 pCt. dieser Verunreinigungen enthalten.

Das reinste Platin, welches im Handel bisher vorkam, war das, welches die Firma Johnson & Matthey in London lieferte. Dieselbe hat auch auf Grund der Untersuchungen von Deville und Stas das Material für die Normalmeter und Normalkilogramme hergestellt. Die Reinigung des Platins geschah auch in diesem Falle durch Zusammenschmelzen des rohen Metalles mit Blei. Bis zu welchem Grade die Reinigung des Platins und des Iridiums in den Fabriken jener Firma durchgeführt wird, ergiebt sich am besten aus den von Tornöe[2]) mitgetheilten Analysen der Normalmeter und der Normalkilogramme; dieselben ergaben:

1. Legirung der Kilogramme (März 1886).

Iridium . . .	10,09 pCt.
Platin . . .	89,90 „
Eisen . . .	0,01 „
Rhodium . .	Spur
	100,00

2. Legirung der Strichmeter (März-April 1886).

Iridium . . .	10,10 pCt.
Platin . . .	89,81 „
Eisen . . .	Spur
Rhodium . .	0,01 „
	99,92

3. Legirung der Endmeter (Mai 1889).

Iridium	10,16 pCt.
Platin	89,13 „
Eisen	Spur
Rhodium . . .	Spur
	99,99

[1]) Diese Zahl ist von Deville und Stas angegeben und unsererseits nicht durch besondere Versuche bestätigt worden.

[2]) Tornöe: *Travaux et memoires du Bureau international des poids et mesures*, VII.

In einer Probe Platin, welche die Reichsanstalt im Sommer 1890 von der englischen Firma bezog, fanden wir:

Platin	99,98 pCt.
Rhodium . . .	0,01 „
Silber	0,01 „
	100,00

Die Auffindung des kleinen Gehaltes an Silber wäre nach dem Deville-Stas'schen Verfahren kaum möglich gewesen.

In Deutschland, wo die Verarbeitung der Platinerze auf nassem Wege üblich ist, war bisher kein reines Platin aus dem Handel zu erhalten. Das aus Hanau bezogene gereinigte Platin im Gewichte von 1,5 *kg*, welches zu den ersten vorläufigen Schmelzversuchen im optischen Laboratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gedient hatte, enthielt nach unseren Analysen:

Platin	99,28 pCt.
Iridium . . .	0,32 „
Rhodium . . .	0,13 „
Ruthenium . .	0,04 „
Eisen	0,06 „
Kupfer	0,07 „
	99,90 pCt.

Die Hauptverunreinigung des deutschen Platins ist also Iridium. Die Firma W. C. Heraeus in Hanau ist den Bemühungen der Reichsanstalt um die Beschaffung reinen Platins bereitwilligst entgegen gekommen und hat es nicht an Versuchen fehlen lassen, Platinmetall herzustellen, welches von Iridium frei ist. Bis zu welchem Grade ihr dies gelungen ist, geht aus der Untersuchung einer Probe Platins hervor, welche bereits vor Jahresfrist von dort bezogen wurde. Man fand darin als hauptsächliche Verunreinigung 0,02 pCt. Iridium. In neuester Zeit gelingt die technische Ausscheidung des Iridiums aus dem Platin noch besser; in einer soeben aus Hanau erhaltenen Sendung von 40 *g* Platin haben wir zwar noch Iridium ebenso wie Eisen deutlich nachweisen können, allein ihre Menge war so gering, dass sie quantitativ nicht mehr bestimmbar war. Es können jetzt also thatsächlich beliebig grosse Mengen von Platin aus dem deutschen Handel bezogen werden, welche im technischen Sprachgebrauch als rein gelten können. Das Verfahren der Firma Heraeus hat vor dem englischen den grossen Vorzug, dass man das Platin behufs Reinigung nicht erst mit einem unedlen Metall, wie es das Blei ist, zu legiren braucht, dessen vollständige Entfernung immer eine ziemlich schwierige Aufgabe bleibt.

Wenn man das käuflich als rein zu beziehende Platin als Ausgangsmaterial benutzt und zur weiteren Reinigung zuverlässige Methoden in Anwendung bringt, so kann man das Metall jedenfalls auf einen Grad der Reinheit bringen, welcher sich der absoluten Reinheit nähert. Eine solche Methode der Reinigung ist diejenige, welche Herr Professor Finkener bei seinen Atomgewichtsbestimmungen benutzt, aber noch nicht veröffentlicht hat; sie besteht nach gütiger persönlicher Angabe darin, dass man das Platin in sein Natriumdoppelchlorid überführt und diese Verbindung aus schwach alkalischer Lösung wiederholt vorsichtig um-

krystallisirt; aus den dabei erhaltenen orangerothen Krystallen lässt sich dann das reine Platin leicht durch einen Reduktionsprozess metallisch abscheiden. In einer grösseren Menge Platinmetall, welche nach diesem Verfahren gewonnen worden war, haben wir nach den angeführten Methoden keine metallischen Verunreinigungen nachweisen können. Wir dürfen nach dem oben Gesagten also sicher sein, dass das Material wenigstens 99,99 pCt. metallisches Platin enthielt. Mithin ergiebt es sich, dass das Platin zu denjenigen Metallen gehört, deren Reinigung ohne Schwierigkeit in sehr vollständiger Weise gelingt.

Charlottenburg, den 15. Februar 1892.

Waagebalken, Befestigung der Axen und Justirungsvorrichtungen für Präzisionswaagen.

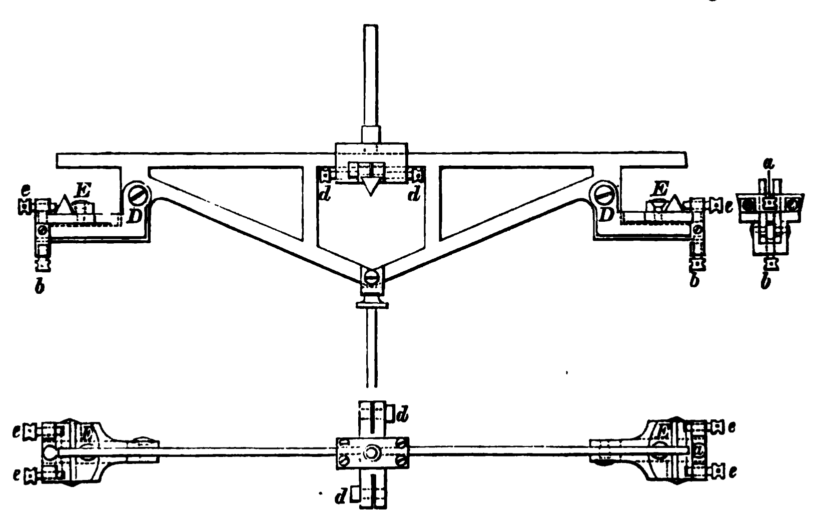
Von

P. Schultze, Universitätsmechaniker in Dorpat.

Die verschiedenen Abhandlungen in dieser Zeitschrift über Theorie der Waage, Form des Balkens, sowie die verschiedenen Arten der Axenbefestigung und Justirungsvorrichtungen veranlassten mich zu praktischen Versuchen in dieser Richtung, deren Resultate ich hiermit dem Urtheile der Leser dieser Zeitschrift unterbreite.

Die beigefügte Zeichnung stellt einen kurzarmigen Balken für eine Belastung von 100 *g* dar, jedoch habe ich auch langarmige Balken in derselben Form ausgeführt und beide Arten sowohl mit Stahlaxen als auch mit solchen von Karneol versehen.

Die Anforderung an eine Präzisionswaage, Leichtigkeit des Balkens, vereint mit Widerstand gegen Durchbiegung, glaube ich durch die Form des Balkens erreicht zu haben, da der armirte Balken für 100 *g* Belastung nur 96 *g*, der



für 1000 *g* sogar nur wenig über 200 *g* wiegt. Ausserdem gestattet die gewählte Form die Anfertigung aus hartgewalztem Blech und es können sechs Stück zu gleicher Zeit ausgearbeitet werden; namentlich ist die Anwendung der Fräse in ausgedehntem Maasse möglich.

Die Befestigung und Justirungsvorrichtung der Axen ist frei von jeder Spannung und gestattet, jede Einstellung zu machen, ohne die bereits hergestellte zu beeinflussen. Die Zeichnung erläutert sämmtliche Eigenthümlichkeiten meiner Konstruktion hinreichend, so dass ich auf eine nähere Beschreibung verzichten kann.

Beim Justiren verfahre ich in folgender Reihenfolge (die Axen werden fertig geschliffen und polirt bis auf die Grundfläche): 1. Die Mittelaxe wird eingesetzt und durch Nachschleifen der Grundfläche möglichst rechtwinklig zur Fläche des Balkens gemacht. Nun werden die Endaxen eingesetzt und durch Nachschleifen der Grundflächen dahingebracht, dass die Schneiden derselben parallel der Schneide der Mittelaxe stehen. Zur Kontrole dieser Einstellung dient eine genau ebene starke Spiegelglasplatte, welche so durchbrochen ist, dass die Mittelschneide aufliegt, während die Endaxen frei durch die Erweiterungen durchgehen; durch Auflegen von Spiegelstreifen über die Oeffnungen für die Endschneiden kann die Stellung derselben zur Mittelschneide sehr genau kontrolirt werden. Mittels derselben Vorrichtung wird später die Stellung der Endschneiden in die Ebene der Mittelschneide vollführt, wozu die Schräubchen *a* und *b* dienen, welche die Drehung der Träger der Endaxen um die Schraube *D* bewirken. Diese Einstellung der Endaxen ist etwas zeitraubend und erfordert eine geschickte Hand und Geduld, belohnt sich aber durch die leichte und schnelle Vollendung der folgenden Justirungen.

Die Parallelstellung der Endschneiden mit der Mittelschneide. Der Balken wird auf seinen Träger aufgelegt, möglichst empfindlich gemacht, auf die zu berichtigende Endschneide ein kleines Gehänge aufgelegt und die Zunge durch Anhängen von Gegengewichten auf die andere Endschneide zum Einspielen gebracht. Das Gehänge greift nur 3 *mm* weit über das Ende der Schneide. Hängt man nun das Gehänge abwechselnd auf das vordere und hintere Ende der zu justirenden Schneide, so kann man leicht und sicher durch Verstellen der Schräubchen *e* die Schneide so richten, dass die Einstellung der Zunge gleiche Werthe ergiebt. Die Schräubchen *e* bewirken eine Drehung der Schneide um die Axe *E* des Widerlagers der Schneide; dieses Widerlager ist so ausgearbeitet, dass nur derjenige Theil die Schneide berührt, welcher den Stellschrauben gegenüberliegt, was aus der Zeichnung nicht zu ersehen ist. Auf diese Weise wird jede Durchbiegung der Schneide durch festeres Anziehen der Schrauben verhindert. Nachdem beide Endschneiden parallel der Mittelschneide gemacht sind, wird der Balken nochmals auf die Platte aufgelegt und die Stellung der Endschneiden in die Ebene der Mittelschneide mittels der Stellschrauben *a* und *b* bewirkt. Diese Schrauben haben eine Ganghöhe von 0,2 *mm* und eine Verstellung derselben um einen Winkel von 12° macht daher nur 0,005 *mm* aus, da die Hebellängen der Endaxenträger sich wie 3 zu 4 verhalten. Da ferner die Drehungsaxe der beiden Träger nahezu in der Horizontalebene liegt, welche durch die drei Schneiden geht, so wird durch eine Verstellung der Endschneiden um 0,005 *mm*, namentlich wenn dieselbe bei beiden Endschneiden ausgeführt wird, keine Veränderung der Hebellängen hervorgebracht. Eine einfache Vorrichtung gestattet mir, diese Drehung recht genau zu vollführen.

Das Gleichmachen der Hebellängen. Die Mittelaxe wird durch die beiden Stellschrauben *d* von 0,2 *mm* Ganghöhe, deren Köpfe gegen die Speichen des Balkens wirken, stets parallel zu sich selbst verstellt, und es wird jede Spannung vermieden, wenn die Verstellung stets so geschieht, dass nur der Kopf der zu

verstellenden Schraube gegen die Speiche anliegt, während der andere von seiner Speiche entfernt ist. Dies lässt sich sehr gut machen, weil die Reibung zwischen dem Axenträger und dem umfassten Theil des Balkens so gross ist, dass die Schrauben *d* bequem gelöst werden können, ohne Verstellung des Trägers befürchten zu müssen.

Die Empfindlichkeit meiner Waagen richte ich gewöhnlich so her, dass sie in den Grenzen ihrer Tragkraft für 1 *mg* 1 Skalentheil Aenderung der Gleichgewichtsanlage angeben, so dass für genaue Wägungen der Gebrauch des Reiterchens unnöthig wird. Ich kann aber diese Empfindlichkeit bei Waagen mit Karneolaxen bis auf 5 Skalentheile bringen, so dass noch 0,02 *mg* mit Genauigkeit abgelesen werden können; dies bezieht sich auf Waagen für 100 *g* Belastung.

Schliesslich hebe ich noch hervor, dass meine Waagen mit Karneolaxen Stahl nicht enthalten, sie sind nur aus platinirtem Messing und Neusilber hergestellt, ein Vorzug, welcher die Anwendung in Laboratorien vortheilhaft macht.

Eine Waage für 1000 *g* Belastung habe ich soeben konstruirt, deren Balken von derselben Form, wie der gezeichnete, aber mit einem Abstand der Schneiden von 260 *mm* versehen ist, so dass Schalen von 110 *mm* Durchmesser frei spielen können; die Zungenlänge und die Skale ist so gewählt, dass jederseits 40 *mm* Spielraum für die Zunge vorhanden ist. Die Schalenarretirung und Beruhigung ist derart konstruirt, dass Drähte in Haken an der unteren Fläche der Schalen eingehängt und an denselben voluminöse Gegenstände in einem unterhalb der eigentlichen Waage angebrachten Glasschrank bequem aufgehängt werden können; die Arretirung und Beruhigung geschieht durch denselben Hebel, welcher die Arretirung des Balkens bewirkt. Ich hoffe mit dieser Konstruktion eine Konstanz und Empfindlichkeit herzustellen, welche auch weitgehenden Anforderungen genügt.

Dorpat, im November 1891.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Die internationale elektrotechnische Ausstellung zu Frankfurt a. M.

(Schluss.)

Wir wenden uns jetzt zu einer Besprechung der Elektrizitätszähler, welche in der Ausstellung vertreten waren. Einer der zur Zeit verbreitetsten Zähler ist der von Prof. Dr. Aron konstruirte. Derselbe beruht, wie unseren Lesern bereits bekannt ist, auf der Einwirkung eines Solenoides auf ein magnetisches Pendel. Durch ein Differentialzählwerk wird direkt die Gangdifferenz einer auf diese Weise beeinflussten Pendeluhr gegen eine zweite unbeeinflusste gezählt. Für Dreileitersysteme erhält das Pendel an Stelle eines Magneten zwei und entsprechend zwei Spulen, von denen je eine einer Seite des Dreileitersystems angehört. In dieser Ausführung bildet der Zähler unter Benutzung eines Stahlmagneten nur einen *Ampere*stundenmesser und ist für Wechselstrom nicht zu verwenden. Der Ersatz des Stahlmagneten durch eine Spule macht den Zähler auch für Wechselstrom verwendbar, (da in beiden Spulen die Stromrichtung im gleichen Zeitmomente wechselt, die Wirkung auf einander folglich dieselbe bleibt), sowie zum *Watt*stundenzähler, wenn nämlich die Wirkung der oberen Spule der Spannung, die der unteren der Stromstärke proportional ist.

Von Siemens & Halske waren zwei Zähler von gleicher Konstruktion ausgestellt, der eine ein *Ampere*stundenzähler, der andere ein *Watt*stundenmesser. Das Prinzip des Zählers besteht darin, dass in regelmässigen Zeitintervallen die Ausschläge eines

Strommessers beziehentlich Dynamometers registrirt werden. Dies erfolgt durch ein Uhrwerk, welches jede Minute einen Hebelarm gegen den Zeiger eines Strommessers führt. Dieser Hebel besitzt eine entsprechende Krümmung, um den von ihm zurückgelegten Weg proportional dem jeweiligen Zeigerausschlag zu machen. Eine entsprechende Vorrichtung überträgt die Bewegung des Hebels auf ein Zählwerk.

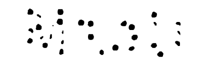
Eine ähnliche Konstruktion besitzt einer der von Hartmann & Braun ausgestellten Zähler. Nach je einer Minute werden bei demselben die Ausschläge eines Strommessers, dessen Ausschläge der jeweiligen Stromstärke proportional sind, auf den Nullpunkt geführt und der hierbei stattfindende Weg überträgt sich auf ein Zählwerk. Die Zurückführung des Zeigers geschieht durch einen Elektromagneten, welcher minutlich geschlossen wird. Das Aufziehen des den Schluss bewirkenden Uhrwerkes erfolgt ebenfalls durch den erwähnten Elektromagneten.

Ein zweiter von derselben Firma ausgestellter Elektrizitätszähler, Konstruktion Wilkens, beruht auf dem Prinzipe, dass eine drehbare Kupferscheibe von der Axe nach dem Umfange zu vom Strom durchflossen und zwischen die Pole eines kräftigen Magneten gebracht in Rotation versetzt wird, deren Geschwindigkeit proportional dem die Scheibe durchfliessenden Strom sein soll. Der Zähler besteht aus einem starken, im Nebenschluss liegenden Elektromagneten mit fast vollständiger Sättigung, zwischen dessen Polen eine Kupferscheibe leicht drehbar angeordnet ist. Mit der Axe der letzteren steht ein Zählwerk in Verbindung, der Strom wird von der Axe nach der Scheibe geleitet und ein Quecksilbergefäss, in welches der Rand derselben taucht, dient zur Weiterleitung.

Ein nach Cauderay-Frayer konstruirter Zähler dient zum Messen der verbrauchten elektrischen Leistung. Bei dieser Konstruktion findet die Uebertragung des Ausschlages eines Dynamometerzeigers statt. Je nach der Stellung dieses letzteren erfolgt in bestimmten Zeitintervallen ein längeres oder kürzeres Einrücken eines Zählwerkes in ein dauernd elektromagnetisch angetriebenes Uhrwerk. Die angetriebene vertikale Axe bewegt eine auf ihr verschiebbare Kurvenscheibe, welche durch eine Feder nach oben gedrückt ist. Ein Druck auf die Scheibe bewirkt das Einrücken eines an der unteren Seite derselben befestigten Sperrzahnes in ein mit dem Zählwerk in Verbindung stehendes Sperrrad. Die Bewegung der Scheibe wird mithin ebensolange auf das Zählwerk übertragen, als das erfolgte Niederdrücken andauert. Letzteres wird durch den Zeiger des Dynamometers vollzogen und die Kurvenscheibe bedingt die der Stellung des Zeigers entsprechende Zeit der Einschaltung des Zählwerkes.

Zwei weitere Zähler, einer von der Firma Schuckert (System Hummel), der andere von der Firma Thomson-Houston ausgestellt, zählen zum Typus der Motorzähler und sind in ihrer Konstruktion einander sehr ähnlich. In einem magnetischen Felde, das durch einige starke für den Hauptstrom bestimmte Windungen gebildet wird, ist eine Anzahl Spulen drehbar angeordnet. Die Wicklung derselben besteht aus dünnem Draht; die Stromzuleitung erfolgt durch einen Kommutator und zwei Bürsten, welche gleich einem Spannungsmesser in der Anlage an den Hauptleitungen angebracht sind. Bei stromdurchflossener Leitung wird sich der drehbare Theil gleich dem Anker eines Elektromotors in Drehungen setzen, die auf ein Zählwerk übertragen werden. Zur Erreichung einer Proportionalität, sowie gleichzeitig als Hemmung des gesammten Werkes dient bei dem Zähler von Thomson-Houston eine Kupferscheibe, welche zwischen den Polen dreier Stahlmagnete sich drehend, auf gleicher Axe mit den drehenden Spulen befestigt ist. Die bei Rotation der Kupferscheibe durch die Stahlmagnete erzeugten Induktionsströme bewirken die Hemmung. Im Zähler von Schuckert sind die Stahlmagnete durch einen Elektromagneten mit gegenüberliegendem Anker ersetzt. Die Anordnung ist eine etwas andere, an Stelle der starken Kupferscheibe ist ein schwächerer Metallring verwendet.

In der Hauptmaschinenhalle war weiter noch ein von Einstein konstruirter *Ampere*stundenzähler ausgestellt. Bei demselben findet eine Uebertragung der Ausschläge eines Strommessers statt. Zu diesem Zwecke befindet sich im Apparat ein Kegel, welcher



durch ein elektromagnetisches Uhrwerk mit gleichförmiger Geschwindigkeit gedreht wird. Auf der Mantelfläche des Kegels läuft ein das Zählwerk antreibendes Rad, welches auf seiner Axe verschoben werden kann; die Uebertragung der Kegelbewegung auf das Zählwerk wird eine verschiedene sein, je nachdem das Triebrad nahe der Spitze oder nahe der Grundfläche angetrieben wird. Die Verschiebung bezw. Einstellung des Rades wird indirekt durch den Zeiger eines Strommessers bewirkt. Der vom Zeiger in entsprechender Weise hergestellte Schluss eines Stromkreises, in welchem eine von zwei entgegengesetzt wirkenden Spulen, die durch Einrücken von Sperrzähnen die Uebertragung von einem Uhrwerk ausführen lassen, eingeschaltet ist, dauert so lange an, bis die Einstellung erfolgt. Eine den Kontaktschlitten des Strommessers führende Kurve dient zur Herstellung der erforderlichen Proportionalität zwischen dem Ausschlage desselben und der Veränderung des Angriffspunktes des Triebrades auf der Walzfläche des Kegels.

Ist neben der Betriebsspannung auch die erforderliche Stromstärke während der ganzen Dauer des Betriebes stets die gleiche, wenn man geringe Schwankungen unberücksichtigt lässt, so wird es schliesslich auch genügen, die Zeit zu wissen, wie lange der Stromverbrauch währt, um daraus die verbrauchte Menge zu bestimmen. Ein diesem Zwecke dienender Apparat ist der Zähler von Aubert. Ein Elektromagnet löst in demselben Augenblicke ein Uhrwerk aus, in welchem die Anlage einen Strom erhält, und arretirt durch Loslassen seines Ankers das Uhrwerk wieder, sobald der Strom unterbrochen wird.

Von den zur Zeit gebräuchlichen elektrotechnischen Messinstrumenten waren die von der *Weston Electrical Instrument Co.* in Deutschland zum ersten Male ausgestellten Stärke- und Spannungsmesser in Konstruktion und Prinzip fast vollständig abweichend. Aehnlichen älteren Instrumenten gleich beruhen auch diese auf dem Prinzip des Deprez-D'Arsonval'schen Galvanometers; dasselbe besteht bekanntlich in der Anordnung einer sich bewegenden Spule innerhalb des magnetischen Feldes eines kräftigen Stahlmagneten. Der Unterschied zwischen den Stärke- und Spannungsmessern, die in ihrem äusseren Aussehen und ihrer Anordnung einander fast völlig gleich sind, besteht nur in der Schaltung eines Widerstandes und der Art des letzteren. Die drehbare Spule ist zu klein, um den gesammten Widerstand, der für den Spannungsmesser erforderlich ist, aufnehmen zu können und man schaltet daher den noch übrigen Widerstand vor die drehbare Spule, die nur bis zu 60 *Ohm* aufnehmen kann. Im Strommesser gestattet die Spule wiederum nicht, den Gesammtstrom durch sie zu senden; man legt daher einen Nebenschluss zur Spule, der aber unter keiner Bedingung das Instrument beeinflussen darf; derselbe wird bifilar um den Stahlmagneten gelegt; man misst daher mit dem Instrumente nur einen Theil des Gesammtstromes, in ähnlicher Weise, wie das Messen von starken Strömen mittels des Siemens'schen Torsionsgalvanometer stattfindet. Als Hauptbedingung für Tauglichkeit und Brauchbarkeit muss die möglichste Konstanz des Stahlmagneten gelten. Der Firma soll es gelungen sein, durch ein besonderes Bearbeitungsverfahren der Magnete sowie durch Wahl des Materials den gestellten Anforderungen gerecht zu werden. Die Konstruktion der Instrumente ist folgende. Der in besonderer Form gebogene Stahlmagnet ist liegend angeordnet und mit zwei Polschuhen versehen, zwischen denen sich eine zylindrische Bohrung befindet. In der letzteren ist ein zylindrischer Eisenkern mit etwas kleinerem Durchmesser befestigt, so dass ein Luftraum von 1 bis 2 *mm* verbleibt, innerhalb dessen die Spule sich bewegen kann. Diese besteht in den Spannungsmessern aus einem Aluminiumrahmen, in den Strommessern aus einem Kupferrahmen, auf welche die Drahtwindungen gewickelt sind. Vermittels zweier gehärteter Stahlspitzen, die in Steinen gelagert sind, wird die Reibung möglichst vermieden. Die Stromzuführung erfolgt durch zwei Spiralfedern zu beiden Seiten der Spule, wodurch gleichzeitig ein der Stromwirkung entgegen gerichtetes Drehungsmoment hergestellt wird. Der zur Ablesung des Ausschlages an einer Skale angebrachte Zeiger aus Aluminium ist durch ein Metallstück, in welches zur Justirung Schräubchen verschiedenen Gewichtes eingesetzt werden können, vollständig ausbalanzirt, so dass die Instrumente in jeder beliebigen Lage sich richtig einstellen und zu gebrauchen

sind. Das geringe Gewicht des sich drehenden Theiles sowie das kräftige magnetische Feld, welches innerhalb der Spulenrahmen bei einer Lagenveränderung desselben Induktionsströme erzeugt, bedingt die aussergewöhnliche Aperiodizität der Instrumente. Zur möglichst genauen Ablesung und Vermeidung einer Parallaxe ist der Zeiger messerartig geformt und unterhalb der Skale ein Spiegel angebracht. Da die Weston-Instrumente nur bei bestimmter Stromrichtung ansprechen können, so werden die Spannungsmesser noch zumeist mit einem Umschalter ausgerüstet, um für den Fall falschen Polanschlusses nicht ein Polwechseln zu benöthigen. Ausserdem besitzen die Spannungsmesser noch einen Stromschlüssel, der sowohl für Moment- wie Dauerkontakt verwendet werden kann und entsprechend eingerichtet ist. Diese Instrumente werden mit besonderem Vortheil überall da zu verwenden sein, wo es gilt, Ströme, die plötzlichen Schwankungen unterworfen sind, zu messen; der Zeiger folgt fast momentan den Stromschwankungen. Die Spannungsmesser werden auch für zwei verschiedene Messbereiche hergestellt. Das Instrument erhält hierzu eine zweite Skale sowie eine Abzweigung vom Vorschaltwiderstand nebst einer dritten Anschlussklemme.

Zum Schluss sollen noch einige zur Untersuchung von Eisensorten dienende Instrumente beschrieben werden. Die vielseitige Verwendung des Eisens in der Elektrotechnik macht es erforderlich, dasselbe auf sein magnetisches Verhalten untersuchen zu können. Von Siemens & Halske sowie von Hartmann & Braun war je ein diesem Zwecke dienender Apparat ausgestellt. Ein dritter Apparat wurde auf dem Elektrotechnikerkongress durch Herrn Dubois vorgeführt.

Das Instrument von Siemens & Halske besteht aus zwei mit stärkerem Draht bewickelten Spulen, in deren Bohrungen (1 *qcm*) das zu prüfende Material eingeführt wird. Zwischen diesen beiden Spulen ist an einem Kokonfaden hängend eine dritte Spule aus dünnem Draht auf eine Kupferrolle aufgewickelt. Zwei Torsionsfedern dienen einerseits als Zuführung, und ermöglichen andererseits ein Zurückführen der Spule in die Nulllage durch Torsion; an einer Theilscheibe kann man den Torsionswinkel ablesen und die aufgewendete Gegenkraft bestimmen. Die mittlere Spule erhält einen schwachen Strom, während in die äusseren ein regulirbarer Akkumulatorenstrom geleitet wird. Beide Ströme werden mit entsprechend genauen Instrumenten gemessen. Der mittleren Spule wird ein Drehungsmoment ertheilt, welches um so stärker ist, je besser sich das untersuchte Material zum Magnetisiren eignet.

Das von der Firma Hartmann & Braun ausgestellte Instrument gründet sich auf eine Eigenschaft des Wismuth. Dieses Metall ändert je nach der Stärke des Feldes, in welchem es sich befindet, seinen elektrischen Widerstand. Zum Messen magnetischer Felder findet dieses Material, welches dazu zu einer Spirale gewunden ist, schon seit längerer Zeit Verwendung. Die Spirale wird in das zu messende Feld gebracht und hierauf ihr Widerstand gemessen, wonach die Berechnung der Feldstärke unter Zuhilfenahme einer beigegebenen Kurve erfolgen konnte. Um die Verwendung der Eigenschaft der Wismuthspirale für die Untersuchung von Eisensorten zu ermöglichen, ist dem Instrument ein kräftiger u-förmiger Elektromagnet beigegeben. An dem einen Pole befindet sich, dem andern zugewendet, die Wismuthspirale. Zwischen diese und den zweiten Pol wird das zu messende Eisenstück von bestimmtem Querschnitt gebracht. Eine mechanische Vorrichtung gestattet, die Spirale fest auf das Materialstück zu pressen, um einen Luftraum zwischen diesem und der ersteren zu vermeiden. Der Elektromagnet erhält regulirbaren Strom einer konstanten Stromquelle. Der Widerstand giebt sodann den entsprechenden relativen Werth des Materials gegenüber einem anderen bereits bestimmten. Zur Ermittlung absoluter Werthe bedarf es noch eines Eisenstückes mit bekannter Konstante, sowie der Kenntniss des Verlaufes des Widerstandswerthes der Wismuthspirale.

Der Apparat von Dubois beruht auf der Bestimmung des Abreissmomentes bei

stattfindender Magnetisirung. Das Instrument besitzt einen in Schneiden ruhenden Waagebalken. Auf dem letzteren sind auf einer Theilung verschiebbar zwei Gewichtsstücke angeordnet. Ein Kontakt zeigt durch den Schluss eines Schellenstromkreises das erfolgte Abreissen des Balkens an.

Wir beschliessen hiermit unseren Rundgang durch die Ausstellung, die, wie aus Vorstehendem ersichtlich ist, nicht nur auf technischem, sondern auch auf wissenschaftlichem Gebiet manches werthvolle Neue gebracht hat. *Schöne.*

Referate.

Das Pendel als Waage.

Von K. Fuchs. *Repertorium d. Physik. 26. S. 636. (1890.)*

Verf. spricht die Meinung aus, dass für die genaue Bestimmung kleiner Gewichte das Pendel sehr geeignet sei und kommt am Schluss zu dem Vorschlage, dass die Fabrikanten von Präzisionsgewichten aus einer solchen Verwendung des Pendels grosse Vortheile ziehen könnten, „wenn sie für jedes Gewicht ein Spezialpendel konstruiren, für welches die Schwingungsdauer des Normalgewichtes ein für allemal bestimmt wird. Man braucht letzteres dann weiter nicht mehr zu berühren.“

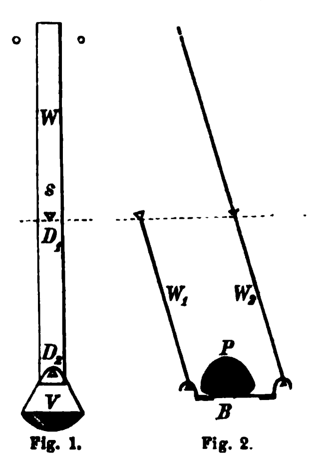


Fig. 1. Fig. 2.

Die vom Verf. vorgeschlagene Anordnung besteht aus einem um eine Axe D_1 (Fig. 1) unterhalb des Schwerpunktes s drehbaren Stabe W, welcher also für sich im labilen Gleichgewicht ist und durch Stifte am Umkippen verhindert werden müsste. Unterhalb der Drehaxe D_1 ist eine zweite Schneidenaxe D_2 vorhanden, an welcher eine kleine Schale V hängt. In diese wird der zu wägende Körper und soviel (bekannte) Ergänzungsgewichte gelegt, dass der Schwerpunkt etwas unter die Mittelschneide fällt, das System also stabil wird und die Schwingungsdauer etwa 5 bis 10 Sekunden beträgt. Um Eigenschwingungen zu umgehen, kann man auch statt des Schälchens eine beiderseits an je einer Hängeschiene W_1 W_2 aufgehängte Brücke B verwenden (Fig. 2), deren sämmtliche Punkte gleiche Wege beschreiben, und auf welche die zu bestimmenden Massen P aufgesetzt werden

Die Vorrichtung lässt sich dann ansehen als ein Pendel, bei welchem sich im Abstande l über und unter der Drehaxe die Masse $^1/_2\, m$ befindet, während auf dessen untere Masse eine Kraft p vertikal nach unten wirkt. Dann ist die Schwingungsdauer

$$t^2 = \pi^2 \frac{l}{g} \frac{m}{p} \text{ oder } \tau = \lambda \frac{m}{p}.$$

Ermittelt man mit Hilfe von drei verschiedenen genau bekannten Hilfsgewichten die Grössen λ, m und p durch drei gesonderte Beobachtungsreihen, so kann man allerdings bei Belastung der Schale mit einer Masse q, welche sich zusammensetzen wird aus dem zu bestimmenden Gewicht und einem zur Vergrösserung der Schwingungsdauer auf einen passenden Betrag, der zwischen 5 und 10 Sekunden liegen soll, hinzugefügten bekannten Gewichte, die Masse q berechnen. Verf. leitet aus der Genauigkeit dieser Bestimmung,

$$d\,q = -\frac{2\,\lambda\,m}{t^3}\,d\,f,$$

an einem von ihm zu Grunde gelegten Beispiele, bei welchem eine Schwingungsdauer von 7 *Sek.* für eine Maximalbelastung von 30 *g* angenommen ist, eine Genauigkeit der Gewichtsbestimmung von 0,3 *mg* ab, indem er die Genauigkeit der Zeitbestimmung zu 0,01 *Sek.* annimmt.

Der vorgeschlagenen Methode wohnt trotz der Umständlichkeit ihrer Durchführung auf den ersten Blick etwas Bestechendes insofern inne, als hier, wie Verf. ausführt, die Massenbestimmung auf eine Zeitbestimmung reduzirt wird, Zeitbestimmungen aber mit grosser Genauigkeit ausführbar sind. Die Empfehlung der Methode für die Zwecke des Praktikers muss aber Bedenken erregen. In der Praxis, d. h. bei Herstellung von Gewichten, bedarf man solcher Methoden, welche unmittelbar, d. h. ohne Rechnung und in möglichst kurzer Zeit das gegenwärtige Verhältniss der Masse des zu justirenden Gewichtes zum Normalgewichte ergeben, und für diesen Zweck leistet die einfache Wägung nach Gauss' Methode das Erforderliche in kürzester Zeit. Dies ist aber das wichtigste Moment, welches gegen die Brauchbarkeit der vorgeschlagenen Methode spricht, soweit es sich um die Herstellung, also um die Justirung und wiederholte Feststellung der gegenwärtig vorhandenenen Masse eines Stückes handelt.

Aber auch für die Bestimmung fertiger Gewichte mit hoher Genauigkeit bietet die Methode nicht die Vortheile, welche ihr innezuwohnen scheinen. Denn da zur Erzielung höherer Genauigkeit die Beobachtungszeit eine sehr grosse wird, gewinnen alle die unvermeidlichen Einflüsse, wie die Aenderung der Luftdichte und Temperatur sowie Luftströmungen eine viel höhere Bedeutung als bei der Wägung. So würden in dem angeführten Beispiel zur Bestimmung eines Gewichts von 20 *g* mit der Genauigkeit von 0,01 *mg* unter der Annahme, dass die einzelne Schwingung mit einem Fehler von 0,3 *Sek.* bestimmbar sei, 900 Schwingungen in $1^3/_4$ Stunden zu beobachten sein. Dass für eine solche Beobachtungszeit jene Einflüsse konstant bleiben, darf ebensowenig angenommen werden, wie dass die einmalige Bestimmung der Konstanten eines solchen Pendelinstrumentes dauernd brauchbar bleibt. Zur Erreichung höherer Genauigkeiten wird es also auch hier erforderlich, einen Vergleich mit einem genau bekannten Normalgewichte auszuführen. Und dann kommen selbst die scheinbaren Vortheile der Methode gegenüber der Wägung in Fortfall. Zum Schluss sei darauf hingewiesen, dass auch die Erfordernisse für die Anwendung der Methode durchaus nicht einfache sind; denn ausser einem guten Sekundenpendel müssten mehrere Spezialpendel in sehr exakter Ausführung hergestellt werden und ein fester Aufhängungsort für dieselben zur Verfügung stehen.

Pensky.

Ueber die Leistung eines kleinen Instruments.

Von G. C. Comstock. *The Sidereal Messenger 1891. S. 406.*

Bereits Struve hat darauf hingewiesen, dass kleine Instrumente verhältnissmässig genauere Resultate liefern als grosse. Dies bezieht sich natürlich nicht auf die relative optische Leistung kleiner und grosser Fernrohre, sondern lediglich auf die Fähigkeit, genaue numerische Werthe bei Breiten-, Zeit-, Azimuth- und ähnlichen Bestimmungen zu liefern. Verf. macht nun einige Angaben, welche die oben ausgesprochene Ansicht bestätigen. Dieselben beziehen sich auf die Messungsergebnisse, welche er mit einem neuerdings für das *Washburn Observatory* von C. Bamberg in Berlin erworbenen Instrument bei Prüfung der damit erreichbaren Messungsgenauigkeit erzielt hat. Das Instrument hat Horizontal- und Vertikalkreis von je 175 *mm*; die Kreise sind in 10 *Min.* getheilt und mittels Mikrometermikroskopen auf 5'' ablesbar. Das gebrochene Fernrohr hat 36 *mm* Oeffnung und 378 *mm* Fokallänge bei 36facher Linearvergrösserung. Die ursprünglichen Spinnfäden ersetzte Verf. durch ein Glasmikrometer, dessen Striche mit Graphitpulver ausgefüllt wurden. Die so erhaltenen Linien sollen nach Verf. feiner als irgend ein ihm bisher vorgekommener Spinnfaden und letzteren in jeder Beziehung vorzuziehen sein. (?)

Schon Foerster hatte aus sorgfältiger Untersuchung eines etwas kleineren Instruments von demselben Verfertiger festgestellt, dass der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Höhenbestimmung mittels eines fünfzölligen Instrumentes auf eine Bogensekunde reduzirt werden kann. Verf. hat in naher Uebereinstimmung damit gefunden, dass der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Zenithdistanzbestimmung, d. h. des Mittels aus den Lesungen rechts und links vom Kreise, nur $\pm$ 0,08'' beträgt. Die meisten Daten

über die Leistungen des Instrumentes hat Verf. durch Zeitbestimmungen nach Döllen's Methode gewonnen. Während die von Albrecht nach Beobachtungen an grösseren Instrumenten mit stärkerer Vergrösserung abgeleitete Formel für den wahrscheinlichen Fehler einer einzelnen Durchgangsbestimmung an einem Faden für die Verhältnisse des vorliegenden Instrumentes für einen Stern nahe dem Aequator $\pm$ 0,113″ als wahrscheinlichen Fehler ergeben würde, wurde derselbe thatsächlich zu nur $\pm$ 0,066″ gefunden. Dies erklärt sich zum Theil daraus, dass die Stellung eines hellen Sternes in lichtstarken Fernrohren nicht so sicher bestimmbar ist als die eines lichtschwächeren Sternbildes. Am schlagendsten wird die mit diesem kleinen Instrumente erreichbare Genauigkeit durch zahlreiche, in jeder Nacht aus Beobachtungen verschiedener Sterne ermittelten Uhrstände dargethan. Aus allen zwischen Juni und September 1891 so ermittelten Werthen ergiebt sich der wahrscheinliche Fehler eines aus einem Stern bestimmten Uhrstandes zu $\pm$ 0,038″, während für den dortigen Meridiankreis (4,8″ von Repsold) unter Benutzung der Chronographen der entsprechende Werth $\pm$ 0,030″ beträgt. Bei der Vergleichung dieser beiden Werthe ist jedoch zu berücksichtigen, dass hier die Eliminirung der Kollimation, von welcher die Genauigkeit der Zeitbestimmung abhängt, durch instrumentelle Mittel erreicht werden muss, während ihr Fehler bei dem kleinen Instrument durch Umlegen eliminirt wird. Jedenfalls weisen die angeführten Fehlerwerthe in gleichem Maasse die hervorragende Qualität des in Rede stehenden Instrumentes wie die Vortheile der Aufstellung in dem Vertikal des Polarsternes nach. *P.*

Vorschlag für eine neue Form des Quecksilberbarometers.

Von W. J. Waggener. *Americ. Journ. of Science. III. 42. S. 387. (1891.)*

Das beistehend abgebildete Barometer ist im Grunde ein in sich selbst zurücklaufendes Glasrohr mit den beiden Erweiterungen B und C, von denen letztere als Gefäss des Barometers dient. S und S' sind zwei Hähne, welche das Innere von C mit der Atmosphäre verbinden; S ist beim Gebrauche des Instrumentes offen. x und y sind Verlängerungen der Röhren T und T' nach dem Innern des Gefässes hin; ihre Mündungen o und o' laufen nahe bei einander in der Mitte des Gefässes aus. Das Volumen des letzteren muss etwa vier mal so gross sein als dasjenige des Vakuums Vv, so dass die Oeffnungen $o\,o'$ stets in Quecksilber eingetaucht bleiben, welche Stellung man auch dem Instrumente geben möge.

Die Manipulationen zur Füllung und Fertigstellung werden in Folgendem bestehen:

1. Man lege das Barometer horizontal und fülle es vollkommen mit Quecksilber an.
2. Man schliesse die Hähne und richte das Instrument auf.
3. Man öffne den oberen Hahn S; es fliesst Quecksilber aus, indem sich bei E das Toricelli'sche Vakuum bildet, während das Gefäss C gefüllt bleibt.
4. Man schliesse die Hähne dicht ab und lasse das Barometer einige Zeit in der aufrechten, und dann in anderen Lagen, damit Reste von Luft und Feuchtigkeit sich im Vakuum ansammeln.
5. Man lasse das Barometer, wie die Figur es darstellt, um die Gesichtslinie und in der Papierebene rotiren, damit alle im Vakuum angesammelte Luft und Feuchtigkeit in das Gefäss C gelange, von wo es nicht wieder in andere Theile des Innenraumes zurückkehren kann.
6. Man wiederhole die angegebenen Manipulationen in derselben Reihenfolge, bis das Vakuum in V so vollkommen ist wie möglich (wahrscheinlich braucht No. 1 nicht oft wiederholt zu werden). —

Zweifellos würde der Apparat auch gut funktioniren, wenn das Verbindungsrohr T' nicht vorhanden wäre; aber der vollständige Ring bietet augenscheinliche Vor-

theile, indem z. B. die Röhren nur von kleinem Durchmesser zu sein brauchen, ohne dass sie das Fliessen des Quecksilbers und den Transport der Luftblasen zu sehr verhindern.

Die Grundzüge dieser Konstruktion fielen dem Verf. vor einigen Jahren ein; durch andere Sachen abgelenkt, erinnerte er sich derselben beim Lesen einer Mittheilung über die von G. Guglielmo (*Atti della reale Accad. dei lincei Aug. 1890*) vorgeschlagene Methode, welche im Prinzipe auf dasselbe herauskommt, aber dem Verfasser weniger vollkommen zu sein scheint. Guglielmo erhebt den Anspruch, dass seine Methode bessere Resultate ergebe als das Auskochen des gewöhnlichen Barometers. Guglielmo's Methode besteht in der Zerlegung des Vakuums in zwei übereinander liegende Stücke, welche durch einen Hahn ohne Fett verbunden sind; zuerst bleibt dieser geschlossen und das Vakuum bildet sich darunter. Nun sammelt man darin durch wiederholtes Neigen und Aufrichten die Reste von Luft, welche dann in den oberen Raum getrieben werden, der nun wieder abgeschlossen wird. *Sp.*

Ueber den Gebrauch von Flussspath in optischen Instrumenten.

Von S. P. Thompson. *Phil. Mag. V. 31. S. 121. (1891.)*

Durch die Anwendung des Flussspathes in den „apochromatischen" Mikroskopobjektiven von Abbe und Zeiss[1]) ist die Aufmerksamkeit der Physiker und Optiker wieder auf dieses in mehreren Beziehungen so werthvolle Material gelenkt worden. Ausser den von Abbe a. a. O. bereits hervorgehobenen Anwendungen des Flussspathes, erstens zur Aufhebung des sekundären Spektrums in zusammengesetzten Systemen, zweitens als Ersatz für Kronglas in einfachen achromatischen Linsen (die dadurch bei gleichem Flint viel geringere Krümmungen und in Folge davon geringere chromatische Differenz der sphärischen Aberration bekommen), schlägt Verfasser eine dritte sehr naheliegende Anwendung dieses Materials vor, nämlich zur Konstruktion von Prismen mit gerader Durchsicht für spektroskopische Zwecke. Hier ist der Vortheil der, dass der Flussspath, an die Stelle des Kronglases gebracht, eine grössere Dispersion zur Folge hat. Ein geradsichtiger Prismensatz, bestehend in einem Flintprisma zwischen zwei Fluoritprismen, hat eine ebenso grosse Dispersion wie ein fünffacher Prismensatz aus Kron-Flint und bietet einem solchen gegenüber immer noch die Vortheile grösserer Kürze nnd einer geringeren Zahl von zu bearbeitenden Flächen.

Auf die Anregung des Hrn. Ahrens, welcher jenes erste Prisma ausgeführt hatte, konstruirte Verf. einen Prismensatz, welcher gar kein Glas enthält, nämlich zwischen zwei Prismen von Flussspath ein solches von Kalkspath. Das letztere ist nach einem früheren Vorschlage des Verf. so geschnitten, dass die krystallographische Axe senkrecht zur Sehlinie liegt. Diese Kombination wirkt also zugleich als Nikol und als geradsichtiges Prisma. Verf. macht am Schlusse seiner Mittheilung noch auf die verschiedenen Färbungen aufmerksam, in welchen Flussspath in der Natur vorkommt, namentlich die grünliche und rosa Färbung. Beide lassen sich bekanntlich erheblich mindern durch geringe Erwärmung der Krystalle, welche natürlich mit Vorsicht geschehen muss, damit dieselben nicht zerspringen, wozu sie sehr neigen. Ein misslicher und sehr zu beachtender Umstand ist, dass der Flussspath sehr zur Zwillingsbildung bezw. zum Ineinanderwachsen neigt, dass in Folge dessen sehr viele Stücke Spannung und damit Doppelbrechung zeigen, was sie natürlich zur optischen Verwendung untauglich macht. *Cz.*

Eine neue Modifikation des Abbe'schen Zeichenapparates.

Von Dr. med. W. Bernhard. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie. 8. S. 291. (1891.)*

Bei allen Zeichenvorrichtungen, die dazu dienen, das mittels eines optischen Instrumentes gesehene Bild reell oder virtuell auf eine ausserhalb des Instrumentes befindliche Fläche zu projiziren, um es auf diese Art zeichnen zu können, spielt eine sehr wesentliche Rolle das Helligkeitsverhältniss von Zeichnung und Bild. Bei dem bekannten

[1]) S. „Abbe. Verwendung des Fluorits f. opt. Zwecke". *Diese Zeitschr. 1890. S. 1.*

von Zeiss hergestellten Abbe'schen Apparat zum Zeichnen der mikroskopischen Bilder (welcher sich übrigens ebensogut bewährt hat zum Abzeichnen der mit einem Fernrohr sichtbaren Bilder), sind zur Abstufung der Helligkeit der Zeichenfläche zwischen Prisma und Spiegel Rähmchen angebracht, in welche man Rauchgläser verschiedener Durchlässigkeit einzeln oder kombinirt einsetzen kann. Die Helligkeit des Bildes kann bei diesem, wie bei den andern Apparaten nur durch Veränderung der Weite des Beleuchtungskegels modifizirt werden, wenn man, wie gewöhnlich der Fall, die Helligkeit der Lichtquelle nicht ändern kann. Diese Weite des Beleuchtungskegels hat aber beim mikroskopischen Sehen im Grunde eine ganz andere Funktion. Es ist deshalb eine unbequeme Hemmung in dem Gebrauche solcher Apparate, wenn man auf die Moderirung des Beleuchtungskegels für seinen eigentlichen Zweck verzichten muss, um sie für die Erreichung der richtigen Helligkeit zu benützen. Man würde zwar auch hier sich damit behelfen können, dass man in den Diaphragmenträger des Beleuchtungsapparates Rauchgläser einlegt; es darf aber gewiss als eine sehr glückliche Idee bezeichnet werden, dass Verf. die Abstufung der Helligkeit sowohl des Bildes als auch der Zeichenfläche vervollständigte und bequemer machte, indem er einerseits zwischen Prisma und Okular, andererseits zwischen Prisma und Spiegel eine Serie von Rauchgläsern einschaltete und zwar nach Art der Rekoss'schen Scheiben bei den neueren Augenspiegeln. An ersterer Stelle befindet sich eine solche Scheibe, an letzterer zwei, die einzeln oder kombinirt gebraucht bezw. zurückgeschlagen werden können. Die übrige Konstruktion und der Gebrauch des Apparates erfahren durch diese nützliche Neuerung keine Aenderung weiter. Dieselbe wird gewiss dazu beitragen, den Apparat noch mehr in Fachkreisen zu verbreiten, indem er eines der Haupterschwernisse in seinem Gebrauche beseitigt. Die Einschaltung einer drehbaren Scheibe mit Rauchgläsern zwischen Prisma und Spiegel, also nach der Zeichenfläche zu, hat nach einer Mittheilung von Henking (a. a. O. S. 295) auch Winkel neuerdings vorgenommen. *Cz.*

Ein einfaches Mittel, um die Zentrirung von Mikroskopobjektiven zu berichtigen.
Von C. I. A. Leroy. *Compt. Rend. 113. S. 639. (1891.)*

Ausser dem von den Verfertigern optischer Instrumente angewandten Verfahren, „welches besondere Einrichtungen erfordere", kennt Verfasser nur diejenige Prüfung, bei welcher beobachtet wird, ob die Lage eines im Gesichtsfelde des Mikroskops erscheinenden Punktes sich ändert, während die Linsen des Objektives von einander geschraubt werden. Diese Prüfungsweise ist, wie er sehr richtig bemerkt, ganz illusorisch, weil sie voraussetzt, dass die Gewinde der Linsen ihrerseits absolut zentrisch seien.

Die vom Verfasser vorgeschlagene Methode beruht einerseits auf der bekannten Erscheinung, dass ein Linsensystem von einem dies- oder jenseits desselben gelegenen leuchtenden Punkte durch kombinirte Reflexionen und Brechungen zahlreiche Bilder entwirft. Es lassen sich andererseits die folgenden Sätze mathematisch beweisen: „Wenn die Oberflächen eines Objektives Rotationsflächen und untereinander zentrirt sind, dann liegen die katadioptrischen Bilder eines auf der Axe gelegenen Punktes alle auf dieser Axe. Wenn auch das Auge des Beobachters sich auf dieser Axe befindet, werden ihm diese Bilder genau übereinander liegend erscheinen. Wenn das Auge sich seitlich befindet, werden dieselben in einer geraden Linie zu liegen scheinen. Die Bilder bilden auch dann eine gerade Linie, wenn die Verbindungslinie des Auges mit dem leuchtenden Punkte die Axe schneidet. Wenn jedoch eine der Flächen dezentrirt ist, so werden die von ihr herrührenden Bilder aus der gemeinsamen Linie der andern heraustreten und auf diese Weise kenntlich werden."

Zur Ausführung seiner Methode bedient sich Verfasser einer Lampe und eines ebenen Augenspiegels. Er hält das Objektiv in der Hand, die Okularseite gegen sich gerichtet, die Objektivseite von der es tragenden Hand beschattet. Er richtet nun das Licht gegen das Objektiv, wie zur Untersuchung eines Auges. Man findet leicht die-

jenige Stellung, bei welcher die Bilder wie oben angegeben aufeinander liegen oder sich in einer geraden Linie aneinander reihen, wenn das Objektiv gut zentrirt ist. Im andern Falle treten einige der Bilder aus der Linie heraus, sodass diese gebrochen erscheint. Im Grenzfalle ist die Linie nicht grade eine gebrochene, sondern scheint nur gewissermaassen weniger starr zu sein und gerade für die Wahrnehmung eines solchen Aussehens ist das Auge sehr empfindlich. Hierin ist nach der Meinung des Verfassers auch die Empfindlichkeit und der Werth der ganzen Methode begründet.

Um ganz sicher zu gehen, wiederholt man die Prüfung, nachdem man das Objektiv ein Stück um seine Axe gedreht hat.

Referent hat die oben beschriebene Methode schon vor einer Reihe von Jahren bei Fernrohrobjektiven und anderen Systemen grösserer Oeffnung angewandt. Linsensysteme von kleiner linearer Oeffnung werden bekanntlich in den deutschen Werkstätten meistens so auf ihre Zentrirung geprüft, dass man erst die oberste Linse allein auf einer gut laufenden Spindel in rasche Rotation versetzt und dabei beobachtet, ob das Reflexbild irgend eines hellen Gegenstandes, z. B. des Fensters, gegenüber der Linse bezw. deren Fassung ruhig zu stehen scheint. Wenn dies konstatirt bezw. erreicht ist, wird die darauf folgende Linse mit ihrer richtigen Fassung auf die erste aufgeschraubt und in der gleichen Weise verfahren; und so fort mit den übrigen Linsen. *Cz.*

Ueber eine neue Anwendung des Lunge'schen Gasvolumeters.

Von J. A. Müller. *Ann. de Chem. et de Phys VI.* ***24.*** *S. 570. (1891.)*

Der vom Verfasser vorgeschlagene Apparat hat den Zweck, dass man sich bei gasometrischen Bestimmungen, welche längere Zeit in Anspruch nehmen, von den während dieser Zeit etwa eintretenden Aenderungen im Barometerdruck und in der Temperatur unabhängig macht. Der Apparat soll besonders dann Anwendung finden, wenn man, wie bei der Dampfdichtebestimmung nach V. Meyer oder der Kohlensäurebestimmung nach Scheibler, die Gase, also hier Luft oder Stickstoff, zunächst über Wasser auffangen muss. Dieselben werden in einem oben mit Hahn verschliessbaren Rohre gesammelt, welches unten mit einem mit Wasser gefüllten Niveaurohr kommunizirt; die Wassermenge in letzterem kann durch eine einfache Vorrichtung vermehrt oder vermindert werden. Das zum oberen Ende des Hahnrohres führende Rohr trägt seitlich ein mit Wasser gefülltes Manometerrohr, dessen offenes Ende mit einem dem Gasentwicklungsapparat in seinen Abmessungen möglichst gleichen, mit Luft gefüllten Apparat verbunden ist. Hat sich nun während der Bestimmung der Barometerdruck oder die äussere Temperatur geändert, so zeigt sich, wenn das Wasser im Hahnrohr oder Niveaurohr gleich hoch steht, im Manometer eine Standänderung. Durch Heben oder Senken des Wasserspiegels im Niveaurohr wird diese wieder ausgeglichen und nun kann das aufgefangene Gas in das Lunge'sche Gasvolumeter übertragen werden. *F.*

Neues Präzisionswaagen-System für beschleunigte Wägungen.

Von V. Serrin. *Compt. rend.* ***112.*** *S. 1299. (1891.)*

Während beim Wägen mit der üblichen Präzisionswaage kleine Gewichtsstücke bis zu 1 *mg* herunter und für die weiteren Unterabtheilungen Reitergewichte Verwendung finden, bezweckt das neue Waagensystem die Vermeidung kleinerer Gewichtsstücke als 1 Dezigramm. Zugleich sollen die Wägungen selbst, welche nach der üblichen Wägungsmethode viel Zeit und Sorgfalt erfordern, erheblich vereinfacht und beschleunigt werden. Zu diesem Behufe wird an dem einen Balkenarme einer Waage das eine Ende einer äusserst feinen Kette befestigt, deren anderes Ende an einen Schieber angehängt ist, welcher sich an einer vertikalen mit Eintheilung versehenen Säule mittels eines ausserhalb des Waagekastens befindlichen Knopfes verschieben lässt. Die Säule ist in 100 Theile von 2 *mm* Länge getheilt und die Verschiebung um ein solches Theilintervall entspricht einer Belastungsänderung von 1 *mg*, so dass man mittels eines Nonius 0,1 *mg* oder auf Erfordern

noch kleinere Grössen ablesen kann. Die Kette bewirkt dabei zugleich eine erhebliche Dämpfung der Schwingungen des Balkens. Der Gewichtswerth eines Körpers wird ermittelt durch Hinzufügen der durch die Stellung des Schiebers auf der Säule angegebenen Anzahl von Zehntelmilligrammen zu dem Werthe der auf der einen Schale befindlichen Gewichtsstücke.

Die Methode ist originell und dürfte für technische Wägungen mit Vortheil verwendbar sein; ob jedoch für Wägungsgenauigkeiten von 0,1 *mg* und darunter die Ketten in hinreichender Gleichartigkeit hergestellt und erhalten werden können, müsste durch die Erfahrung bewiesen werden.

Uebrigens werden die Eingangs erwähnten Vortheile dadurch in Frage gestellt, dass nach unserer Quelle die Tarirung der zu bestimmenden Gewichte bis auf ungefähr 1 *mg* erfolgen soll, wenn anders nicht ein Druckfehler vorliegt. Ausserdem aber tritt in der vorliegenden Mittheilung eine unrichtige Schätzung der Schwierigkeiten zu Tage, mit denen die Ausführung einer Präzisionswägung verbunden ist. Diese Schwierigkeiten liegen doch wahrlich nicht in der Bestimmung der augenblicklichen Gleichgewichtslage der üblichen Präzisionswaage. Da, wo es sich nur um die Bestimmung der letzteren bis auf Werthe von der Ordnung der Zehntelmilligramm handelt, kann die Wägungsoperation an sich nur dann „zeitraubend und mühsam“ werden, wenn man Waagen von zu hoher Empfindlichkeit anwendet. *Pensky.*

Neu erschienene Bücher.

Die Uhrmacherkunst und die Behandlung der Präzisionsuhren. Von E. Gelcich, Direktor der K. K. nautischen Schule in Lussinpiccolo. 640 Seiten. Mit 249 Abbildungen. Wien, Pest, Leipzig. A. Hartleben's Verlag. M. 10,00.

Vorliegendes Werk gehört einer jetzt zur Herausgabe gelangenden Sammlung mechanisch-technischer Werke an, die sich der allgemein bekannten chemisch-technischen und der elektro-technischen Bibliothek derselben Verlagshandlung anschliessen soll. — Verfasser wendet sich mit seinem reichhaltigen Buche nicht an die Uhrmacher allein, sondern an alle die zahlreichen Fachkreise, denen eine Kenntniss des Uhrmechanismus in ihrem Beruf von Nutzen ist, z. B. Astronomen, Nautikern, Hydrographen, Forschungsreisenden, Besitzern von Präzisionsuhren u. s. w.

In den ersten Kapiteln werden die zur Zeitbestimmung nöthigen astronomischen Vorkenntnisse sowie die einfacheren Methoden der Zeitbestimmung durchgenommen; hierauf folgt die Erörterung einiger physikalischen Grundbegriffe und Gesetze, so des Parallelogramms der Kräfte, des Hebels, der schiefen Ebene, des Pendels u. s. w.; auch aus dem Gebiete des Magnetismus und der Elektrizität werden einige Grundlehren, die dem Uhrmacher bei der Entmagnetisirung magnetisch gewordener Uhren, sowie bei seinen galvanoplastischen Arbeiten (Versilbern und Vergolden) von Nutzen sind, auf etwa 10 Seiten vorgetragen. Bei der Behandlung dieser in die Uhrmacherkunst einschlagenden Disziplinen ist ja manches recht Wichtige nur ganz kurz abgemacht; vom Trägheitsmoment ist z. B. nur die Definition gegeben, immerhin wird es meist genügen, um den Leser einigermaassen über den betreffenden Gegenstand zu orientiren, eventuell ihm auch verschiedenes damit in sachlichem Zusammenhang Stehende in's Gedächtniss zurückzurufen. Kaum für nöthig hätten wir dagegen die Hereinziehung der fundamentalsten optischen Gesetze gehalten, weil sie nur durch den Umstand, dass die Uhrmacher sich häufig der Lupen bedienen müssen, veranlasst ist; auch der Pflege des Auges werden einige Worte gewidmet.

Von praktischerer Bedeutung sind die folgenden recht ausführlichen Kapitel über die wichtigsten in der Uhrmacherei verwendeten Metalle und Edelsteine, wobei auch die in Deutschland und in Oesterreich geltenden gesetzlichen Vorschriften über den Feingehalt von Gold- und Silberwaaren aufgeführt sind, und das Kapitel über die Schmiermittel.

Der zweite Theil des Werkes giebt eine allgemeine Beschreibung der drei Uhren-Typen: Pendeluhr, Taschenuhr und Stutzuhr, während ein späterer, der vierte Theil eine detaillirte Beschreibung von Uhren verschiedener Konstruktion (z. B. verschiedener Hemmungen) liefert.

Der wichtigste und auch umfangreichste Theil des Buches — 244 Seiten — ist der dritte, welcher die „eigentliche Uhrmacherkunst", d. h. die Theorie enthält. In fünf Abschnitten werden darin die Lehre von den Eingriffen, die bewegende Kraft des Uhrwerks, die Regulatoren der Bewegung, die Kompensation und die Hemmungen behandelt.

Im fünften Theil ist von der Regulirung und Behandlung der Präzisionsuhren die Rede, im sechsten von der Verbindung der Uhr mit anderen Mechanismen (Schlagwerke, Repetiruhren, Kalenderwerke, Weckeruhren, Sekundenschläger u. s. w.) und im siebenten Theil von den elektrischen und pneumatischen Uhren, worauf noch einige Tabellen folgen.

Hervorzuheben ist die Wissenschaftlichkeit, mit welcher Verfasser die verschiedenen Vorrichtungen und Mechanismen erörtert und begründet, und die Anschaulichkeit, welche er einerseits durch zahlreiche Figuren, andererseits durch Beibringung vieler zahlenmässig durchgeführter Beispiele und Aufgaben zu erreichen sucht. Aus der grossen Menge von Konstruktionen der verschiedenen Uhrtheile, wie der Kompensation, der Hemmung, des Schlagwerkes u. s. w. wählt er die typischen zur Besprechung aus; immerhin ist es noch ein äusserst reiches Material, welches dem Leser geboten wird.

Nicht Alles ist gleich leicht verständlich, und mancher Leser wird das eine oder das andere Kapitel überschlagen müssen, weil darin schon tiefere mathematische Kenntnisse vorausgesetzt werden. Um in solchen Fällen Jedermann klar zu werden, hätte Verfasser in der Darstellung viel zu breit werden müssen. Hier muss der weniger vorgebildete Leser auf die Ableitung verzichten und sich mit dem Resultat begnügen. Mitunter, z. B. Seite 201, könnte jedoch der Text etwas klarer gehalten sein; dazu kommt hier noch, dass die zugehörige Figur 71 geometrisch nicht ganz richtig gezeichnet ist. Während nämlich die Kreisbogen Bg und Bt von gleicher Länge sein müssen, ist letzterer etwa anderthalb mal so lang als ersterer; auch stehen die Zykloidenbogen auf der Kreisperipherie nicht senkrecht, wie es der Fall sein sollte, sondern treffen unter spitzen Winkeln bis zu 30° auf sie! Diese Fehler finden sich noch bei mehreren Figuren vor. Für Epicykloide ist — allerdings nur in diesem Kapitel — fälschlich bald Epycykloide, bald Epycikloide geschrieben. Die Ludolf'sche Zahl π ist auf S. 77, wohl nur in Folge eines Druckfehlers, gleich 3,14157 statt gleich 3,14159 angegeben.

In einzelnen, meist nebensächlichen Dingen lässt sich an dem Buch wohl manches verbessern, als Ganzes genommen ist es ein empfehlenswerthes Werk, welches den Leser gewiss vollauf befriedigen wird. *Kn.*

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin.

Sitzung vom 2. Februar 1892. Vorsitzender: Herr H. Haensch.

Herr Dr. A. Miethe sprach über ein von ihm konstruirtes photographisches Teleobjektiv. Der Vortragende wies darauf hin, dass die Anforderungen mit Bezug auf Lichtstärke sowie Beseitigung der Aberrationen für die Photographie nicht so wesentlich seien wie bei den Fernrohrobjektiven; auch die Achromasie brauche nur für die chemisch wirksamen Strahlen erreicht zu sein. Hingegen sei ein grosses Gesichtsfeld und bei fernen Gegenständen genügende Bildgrösse nothwendig. Bis jetzt habe man auf drei Wegen zu diesem Ziele zu gelangen versucht, durch nachträgliche Vergrösserung des auf der Platte befindlichen Bildes, durch Anwendung grosser Brennweiten und durch Anbringung eines Fernrohres vor der Kamera. Das erste Verfahren sei nur soweit an-

wendbar, als das körnige Gefüge der lichtempfindlichen Schicht nicht störe, das zweite führe zu unpraktischen und theilweise unmöglichen Abmessungen der Kamera, das letzte aber sei zu verwerfen, weil der photographische Apparat unhandlich werde und ausserdem Fernrohrobjektive nur für die in der Mitte des Gesichtsfeldes liegenden Strahlenbüschel korrigirt sein können. Der Vortragende hat die vorliegende Aufgabe durch eine Zusammenstellung von zwei Linsensystemen gelöst. Das vordere besteht aus einer konkavkonvexen Flintglaslinse und einer plankonvexen Kronglaslinse; das hintere aus einer bikonkaven Linse von Flintglas, einer plankonvexen von Kronglas und einer plankonkaven von Flintglas. Die zusammengehörigen Linsen sind aneinander gekittet, so dass Lichtreflexe möglichst vermieden werden. Das konkave System hat eine kürzere Brennweite als das konvexe, beide sind gegeneinander verstellbar. Auf diese Weise kann man eine beliebige Länge der Kamera anwenden und die Vergrösserung in weiten Grenzen verändern. Der Vortragende zeigte dies an einem Apparate, welcher mit einem Objektive seiner Konstruktion versehen war; durch Vertauschung desselben gegen ein gewöhnliches Objektiv sowie durch Vorführung von Bildern desselben Gegenstandes, welche auf diese beiden Arten aufgenommen waren, führte er die Vortheile seiner Konstruktion vor Augen. Hierauf beschäftigte sich die Versammlung mit einigen technischen und juristischen Fragen. *Blaschke*, Schriftführer.

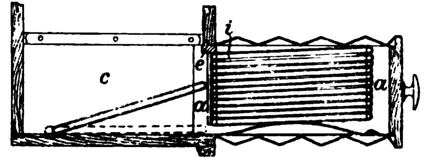
Verein Berliner Mechaniker.

In der Sitzung am 3. Februar hielt Herr K. Friedrich einen Vortrag über die Reichel'sche Methode der Herstellung von Normalen für das Gewinde der deutschen Feinmechanik und Elektrotechnik. An der Hand von schematischen Zeichnungen, Tabellen und Vorlagen der bei der Herstellung verwendeten Werkzeuge und Messinstrumente erläuterte der Vortragende die Erzeugung der vorgeschriebenen Schraubensteigungen, ihre Regulirung und die Kopirung von Gewinden. Die Ausführung war wegen der grossen Masse des aus den Gewindegängen herauszunehmenden Materials und der in Folge dessen auftretenden starken Durchbiegung sehr schwierig; hierzu traten die sehr hoch gestellten Anforderungen an die Genauigkeit. Daher war es nöthig, einen besonderen Dickenmesser zu konstruiren, da die in der Messtechnik vorhandenen Mittel nicht ausreichten. (Vgl. über denselben *diese Zeitschrift 1892. S. 50.*) Der Vortragende erklärte die Konstruktion durch Skizzen und am Instrument selbst. Mit der Besprechung und Vorlage von Gewindebohrern und Schneideisen schloss der Redner seinen Vortrag, an den sich eine eingehende Diskussion über andere, der Reichel'schen ähnliche Kopirmethoden und den Pistor & Martins'schen Schraubenerzeugungs- und Kopirapparat knüpfte.

Patentschau.

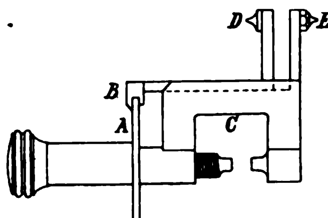
Ertheilte Patente.

Plattenwechselvorrichtung für photographische Kassetten mit ausziehbarem, mit einem Balg umgebenen Plattenkasten. Von R. Krügener in Bockenheim bei Frankfurt a. M. Vom 8. November 1890. Nr. 57137. Kl. 57.



Diese Vorrichtung ist für solche Kassetten bestimmt, welche einen ausziehbaren und von einem Balg oder Beutel umgebenen Plattenkasten besitzen. Sie besteht in der Anordnung einer Schiene *e*, welche beim Ausziehen des Plattenkastens *a* aus der Kassette *c* die obere Platte zurückhält und auf den Boden der Kassette fallen lässt. Beim Einschieben des Kastens in die Kassette wird sich die Platte unter die übrigen Platten schieben.

Messschraubenlehre mit Lochmessvorrichtung. Von Sautter & Messner in Aschaffenburg. Vom 7. Februar 1891. Nr. 58336. Kl. 47.



Die Messschraubenlehre trägt eine mit der Schraube fest verbundene Scheibe A, die einen auf C gleitenden Schieber B in der Richtung der Schraubenaxe bewegt. Mit Schieber B ist eine Spitze D verbunden, die der Spitze E der Schraubenlehre entgegengesetzt ist. Die Dicke von Körpern wird mittels der Schraube, die Weite von Löchern mittels der beiden Spitzen in der Weise gemessen, dass man die ganzen Millimeter auf dem Schieber, die Theile auf der Scheibe abliest.

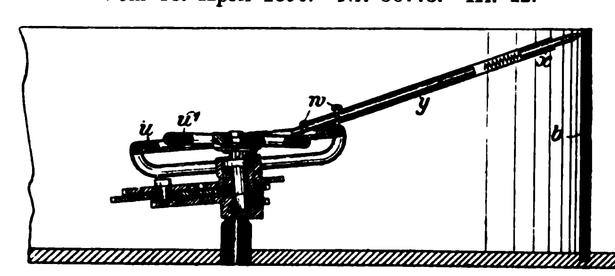
Gefässmanometer. Von Fr. Lux in Ludwigshafen a. Rhein. Vom 10. Februar 1891. Nr. 58337. Kl. 42.

Das mit dem Schenkel B kommunizirende Hauptgefäss A ist mit Quecksilber gefüllt, während sich über diesem im Schenkel B und dessen Verjüngung C eine spezifisch leichte Flüssigkeit befindet. Der bei D eintretende Gas- oder Dampfdruck hebt im Schenkel B das Quecksilber und mit diesem die leichte Flüssigkeit, deren Bewegung im verengten Theile C sich vergrössert darstellt.

Probenehmer für Flüssigkeiten. Von Honemann u. L. Meyer in Hannover. Vom 22. November 1890. Nr. 58488. Kl. 42.

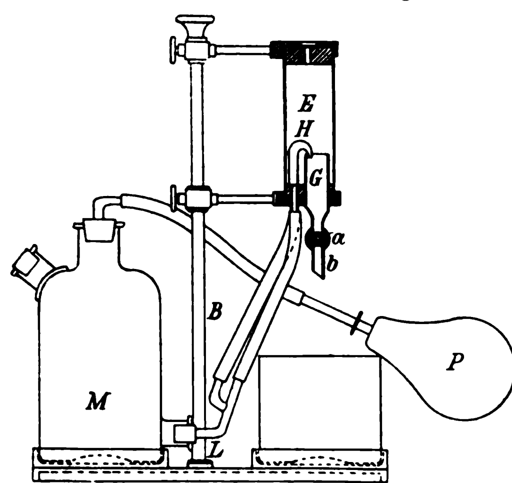
Die Vorrichtung hat den besonderen Zweck, aus einer Flüssigkeit mit spezifisch verschieden schweren Schichten Proben zu nehmen. Das oben offene und unten geschlossene Rohr ist an der Seite mit Löchern versehen, die durch einen gelochten Schieber oder eben solche Röhre geöffnet und geschlossen werden können.

Apparat zur Darstellung von Planetenschleifen. Von Ed. Naumann in Konstantinopel. Vom 18. April 1890. Nr. 58775. Kl. 42.



Zwei gegen einander geneigte, je eine Planetenbahn darstellende Kreise u und u^1 drehen sich in gleichem Sinne mit verschiedenen Geschwindigkeiten. Ein mit Schreibstift x versehener Zeiger y ist durch die Bolzen w ausziehbar mit den beiden Kreisen verbunden, so dass beim Bewegen der Vorrichtung der Stift x auf den das Himmelsgewölbe darstellenden Zylinder b die Planetenschleifen zeichnet.

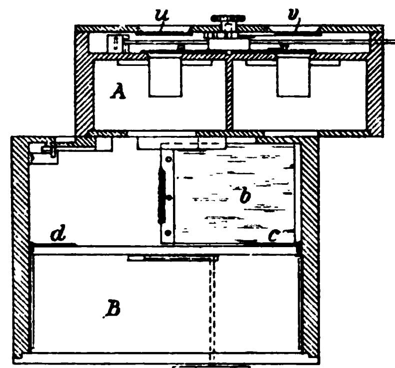
Vorrichtung zum selbthätigen Messen von Flüssigkeiten. Von K. Berend in Warschau. Vom 26. Oktober 1890. Nr. 57577. Kl. 42.



Die abzumessende Flüssigkeit wird vermittels des Gummiballes P aus der Flasche M durch das sich theilende Rohr L in das Gefäss E gedrückt. Das eine Rohr mündet am Boden des Gefässes E, das zweite, H, ist heberförmig gekrümmt und taucht mit seinem freien, spitzen Ende in das eigentliche Messgefäss G, das oben offen, unten durch einen Hahn a geschlossen ist. Der Ueberschuss der emporgedrückten Flüssigkeit fliesst einerseits aus E durch den in den Boden desselben mündenden Theil der Röhre L, andererseits aus dem Messgefäss G durch den Heber H ab. Durch Oeffnen des Hahnes a wird die abgemessene Flüssigkeit durch b abgelassen. Diese Einrichtung wurde durch Herrn Haensch bereits der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik (Abth. Berlin) in zwei Ausführungen vorgelegt. (Vgl. *diese Zeitschr. 1891. S. 234.*)

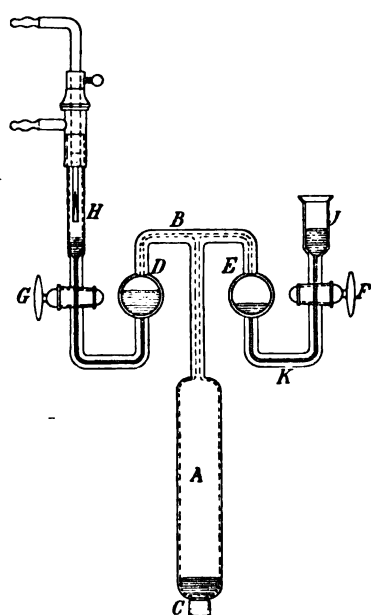
Photographische Kamera mit verstellbarem Objektivkasten. Von R. Stirn in Berlin. Vom 14. Dezember 1890. Nr. 57432. Kl. 57.

Die Kamera ist mit einem verstellbaren Objektivkasten *A* versehen, um als Kamera für Stereoskopaufnahmen, einzelne grössere Bilder (z. B. Kabinetbilder) und kleinere (z. B. Visitbilder) neben einander zu dienen.



Durch die Verschiebung des Objektivkastens wird das eine Objektiv in die Mittelaxe der Kamera gerückt, die für Stereoskopaufnahmen erforderliche Theilwand *b* in dem freien Raum des Plattenkastens *B* umgelegt, und gleichzeitig werden an beiden Seiten Blendplatten *c* und *d* selbthätig gehoben, welche die Platte im Kabinetformat begrenzen. Bei Aufnahmen in Visitenkartenformat treten die beiden Objektive nach einander in Wirkung, während der Objektivkasten die für die Stereoskopaufnahmen passende Lage hat; die Objektive sind deshalb ausser mit dem für Moment- und Zeitaufnahmen verwendbaren Verschluss noch mit besonderen Blendschiebern *u* und *v* versehen.

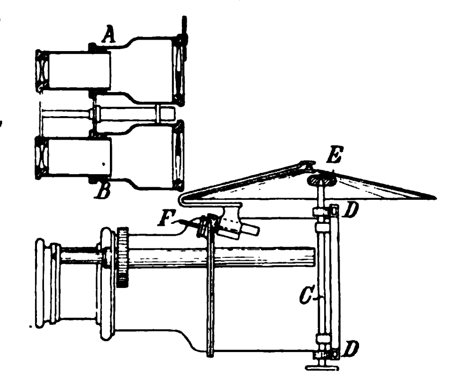
Wärmeregler, welcher auf der Ausdehnung von Flüssigkeiten beruht. Von H. Rohrbeck in Berlin. Vom 21. November 1890. Nr. 58015. Kl. 42.



In dem Gefäss *A* und dem T-Rohr *B* befindet sich die bei *C*, *D* und *E* durch Quecksilber abgesperrte Flüssigkeit, die, wenn Hahn *F* geschlossen und Hahn *G* offen ist, bei *H* den Durchfluss des Gases absperren kann. Das genaue Einstellen auf eine bestimmte Temperatur findet bei geschlossenem Hahn *G* statt, während Hahn *F* offen und der Theil *A* der zu regulirenden Temperatur ausgesetzt ist. Die gerade nöthige Flüssigkeitsmenge füllt sich dann, vorausgesetzt dass sich davon genügend viel im Trichter *J* befindet, von selbst ein, indem sie das Quecksilber in der Röhre *K* vor sich herschiebt und entweder aus *J* nach *B* oder umgekehrt tritt. Hat das Quecksilber die Röhre *K* ganz verlassen, so steigt die Flüssigkeit beim Uebergang des Kapillarrohrs in das erweiterte Gefäss in Tropfen durch das Quecksilber (in *E* oder *J*) empor.

Entfernungsmesser, aus einem Doppelfernrohr gebildet. Von H. v. Krottnaurer in Berlin. Vom 29. August 1890. Nr. 57965. Kl. 42.

In einem Doppelfernrohr *A B* erscheinen durch Verdeckung der einander zugewendeten Halbkreisflächen von einem entfernten Punkte zwei Bilder. Während man nun das eine Bild genau in die Sehaxe des einen Rohres stellt, weicht das andere von der zu ihm gehörigen Axe etwas ab und es gilt nun, diesen Abstand zu messen, um alsdann durch Multiplikation mit einer Konstanten oder durch einen Maassstab die Entfernung direkt zu erhalten. Um genauere Zahlen zu bekommen, wird durch eine Schraube *C* und eine Zahnstange *D* ein Schieber vor das Glas des Rohres geschoben, in welchem Bild und Sehaxe nicht zusammen fallen. Hat der Schieber das Bild erreicht, so ist durch eine Friktionsscheibe *E* die Verschiebung vervielfältigt auf den eingetheilten Mantelrand eines stumpfen Kegels übertragen worden, so dass die Entfernung direkt abgelesen werden kann. Da verschiedene Augen sich verschieden verhalten, so stellt man das Instrument erst für das betreffende Auge vermittels der Schraube *F* ein, durch deren Bethätigung die Friktionsscheibe ihre Bewegung entweder mehr nach der Spitze oder mehr nach dem Rande des Kegels zu überträgt. — Die Konstruktion erscheint etwas problematisch.



Vorrichtung zum Messen oder Ansetzen von Entfernungen und Winkeln. Von A. Barr in Glasgow, Grafschaft Lanark, und W. Stroud in Leeds, Grafschaft York, England. Vom 12. Oktober 1890. Nr. 58778. Kl. 42.

Zwei optische Instrumente *A* und *B* (Fig. 1) mit Doppelreflexionsprismen werden in der Weise angewandt, dass an einem Ende der Grundlinie mittels des durch ein Prisma korrigirbaren Prismeninstruments ein bestimmter Winkel *OBA* abgesteckt und das am andern Grundlinienende befindliche Instrument *A* (Fig. 2 und 3) durch Drehung eines Refraktionsprismas *M* für den der Entfernung des Ziels *O* entsprechenden Winkel *OAB* eingestellt wird. Die Winkelstellung des Prismas *M* wird an der Ringskale *Q* abgelesen und ergiebt auf diese Weise die Entfernung des beobachteten Objektes.

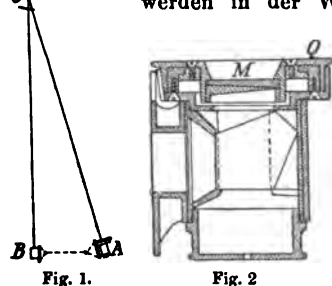


Fig. 1. Fig. 2

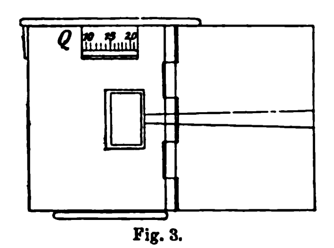
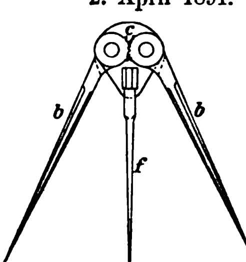


Fig. 3.

Zirkel zum Anreissen der Mitte zwischen zwei Punkten. Von K. Oertel in Hamm i. W. Vom 2. April 1891. Nr. 59032. Kl. 42.



In Folge der Zahnverbindung *c* bewegen sich die beiden Zirkelschenkel *b b* gleichmässig nach innen und aussen. Senkrecht zur Bewegungsfläche beider ist der Anreissstift *f* beweglich angeordnet, so dass er stets die durch die Schenkel *b* abgemessene Strecke in zwei gleiche Theile theilt.

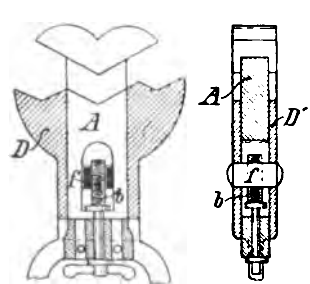
Elektrischer Umdrehungsanzeiger. Von Siemens & Halske in Berlin. Vom 19. Februar 1891. Nr. 59129. Kl. 21.

Von der zu messenden Maschinenwelle aus wird eine Magnetmaschine angetrieben, die eine Welle mit exzentrischen Scheiben dreht, auf denen Stromschlusshebel schleifen. Diese kommen bei der Drehung der Maschinenwelle nach einander mit dem Stromsammler der Magnetmaschine in Berührung und senden zur Bethätigung der Anzeigevorrichtungen eine der Umdrehungsgeschwindigkeit der Maschinenwelle entsprechende Anzahl von Stromstössen durch die zu den verschiedenen Empfangsstationen führenden Leitungen.

Thermoelektrische Säule. Von R. J. Gülcher in Berlin. Vom 12. Oktober 1890. Nr. 59693. Kl. 21.

Bei thermoelektrischen Säulen, die aus einer Anzahl um einen gemeinschaftlichen Heizraum angeordneter Elementenreihen bestehen, nimmt die elektromotorische Kraft der einzelnen Reihen mit der Entfernung von der Wärmequelle ab. Sind nun die inneren Widerstände der einzelnen Elemente sämmtlich gleich, so wird bei einer Vermehrung der Reihen über eine gewisse Anzahl hinaus die Nutzleistung der Säule, welche gleich ist dem Quadrate der elektromotorischen Kraft derselben, dividirt durch ihren vierfachen inneren Widerstand, abnehmen, anstatt zu wachsen. Um diesen Uebelstand zu vermeiden und die Ausnutzung der Wärme des Heizraumes bis auf das Aeusserste zu ermöglichen, verringert der Erfinder den inneren Widerstand der Elementenreihen in demselben Maasse, wie die elektromotorische Kraft mit der Temperatur des Heizraumes abnimmt, indem er z. B. die Elemente mit wachsender Entfernung von der Wärmequelle höher werden lässt.

Verstellbarer Schraubenschlüssel. Von Aug. Rohde in Gross-Königsdorf bei Köln. Vom 9. April 1891. No. 60386. Kl. 47.

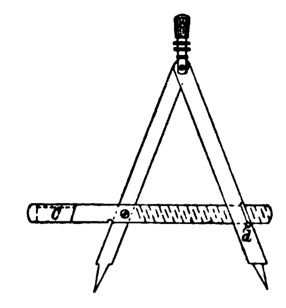


Bei dem verstellbaren Schraubenschlüssel liegt die Mutter *f* der Spindel *b* innerhalb eines durchgehenden Schlitzes des einen Klemmbackenträgers *A*, der seinerseits wiederum von dem zweiten Klemmbackenträger *D* vollständig umschlossen wird, während die Mutter *f* der Spindel *b* durch eine Bohrung des äusseren Klemmbackenträgers *D* hindurchgeht und diese Bohrung vollkommen schliesst, sodass Verunreinigungen von aussen nicht zur Spindel gelangen können und dieser ein guter Gang dauernd erhalten wird.

Vorrichtung an Kopfschrauben zum Schutze gegen unbefugtes Lösen. Von Ad. Baumann in Berlin. Vom 20. Dezember 1890. Nr. 60130. Kl. 47.

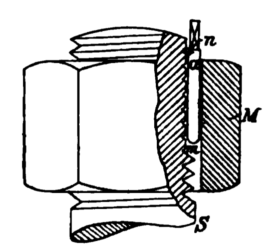
Auf die ausgedrehte oder ausgefräste, mit einem Schlitz versehene Oberfläche des Schraubenkopfes wird, nachdem die Schraube eingeschraubt ist, ein Plättchen aus weichem Metall aufgelegt, welches, nachdem ein Kontrolstempel aufgeschlagen, den Schlitz zudeckt, so dass ein Lösen der Schraube ohne Verletzung des Stempels unmöglich ist. Der Schraubenkopf hat einen umgelegten Rand, welcher zur Aufnahme des Plättchens aus weichem Metall dient.

Zusammenlegbarer Zirkel zur Bestimmung von Entfernungen auf Karten. Von Wilhelm Graf von Württemberg, Herzog von Urach in Berlin. Vom 16. Juni 1891. No. 60665. Kl. 42.



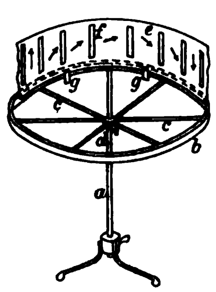
Der eine Schenkel dieses Zirkels trägt einen drehbaren Stab *c*, auf dessen längerem Theil Maasstheilungen angeordnet sind, welche die dem Abstande der Zirkelspitzen entsprechenden Entfernungen angeben. Der kleinere Theil des Stabes *c* ist so eingerichtet, dass er beim Zusammenlegen des Zirkels dessen beide Spitzen und den Führungsstift *d* aufnimmt, auf welchem der Maassstab bei der Benutzung gleitet. (Vgl. *diese Zeitschr. 1891. S. 345.*)

Schraubensicherung mit Nasenstift zwischen Bolzen und Mutter. Von Cl. W. Richter in Hamburg. Vom 4. Januar 1891. No. 60353. Kl. 47.



Die Schraubensicherung besteht aus dem mit einer Nase *n* versehenen Stift *a*, welcher in eine Bohrung *m* eingeführt wird, mit der die Mutter *M* und die Schraube *S* versehen sind. Bei letzterer geht die Bohrung nicht bis auf den Grund des Gewindes. Nach Drehen des Stiftes *a* fasst die Nase *n* in den Gewindegang der Schraube ein, um ein Entfernen des Stiftes aus der Bohrung zu verhindern. Man kann auch mehrere solcher Bohrungen anwenden, um die Sicherung an verschiedenen Stellen des Umfanges anbringen zu können.

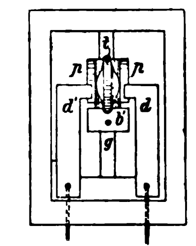
Stroboskopischer Apparat (Schnellseher). Von O. Anschütz in Lissa. Vom 15. November 1890. No. 60285. Kl. 42.



Bei diesem Apparat sind die für das Auge des Beobachters bestimmten Schauöffnungen *f* nicht in der Trommelwandung, sondern im Bildstreifen *e* selbst und zwar zwischen je zwei Einzelbildern angebracht. Die Anzahl dieser Einzelbilder ist hierbei unabhängig von der Beschaffenheit des den Bildstreifen haltenden Trommelmantels. Der Apparat besteht aus einem von dem Ständer *a* mittels der Arme *c* getragenen Ringe *b*, an dessen Innenseite der Bildstreifen *e* durch Klemmen *g* gehalten wird. Der Ring *b* ist zu dem Zweck um ein Gelenk *d* drehbar angeordnet, um das Umlegen der Trommel und die Drehung des Bildstreifens in vertikalem Sinne zu ermöglichen.

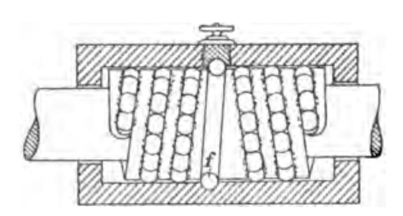
Ausschalter. Von J. A. K. Mc. Gregor und H. Wallach in New-York. Vom 29. Oktober 1890. No. 60206. Kl. 21.

Der Ausschalter besitzt einen auf einer Schiene *g* zusammen mit einer Stromschlussplatte *b'* verstellbaren Schieber *t*. Bei Verschiebung desselben in einer Richtung werden die Stromschlussfedern *dd'* durch Anlaufflächen *pp* gehoben und fallen auf die Platte *b'* nieder, welche den Stromschluss herstellt. Bei Zurückstellung des Schiebers treten die die Brücke verlassenden Schlussfedern unter die Anlaufflächen und werden von diesen bis zur Einstellung des Schiebers in die Anfangslage nach unten gehalten. Bei einer in Zwischenstellungen etwa eintretenden Rückwärtsbewegung würden die Schlussfedern unter die Platte *b'* treten, deren isolirende Unterlage den Stromschluss verhindert. — In derselben Weise wird ein Ausschalter ausgeführt, bei welchem in der einen Stellung die Brückenplatte *b'* die in zwei Federn endigende Hauptleitung kurz schliesst, während in der anderen Stellung eine Verbrauchsleitung angeschlossen wird.



Kugellager mit auf gesonderten Rollbahnen geführten Kugeln. Von H. Howard in Providence, Rhode Island V. St. A. Vom 18. November 1890. No. 60317. Kl. 47.

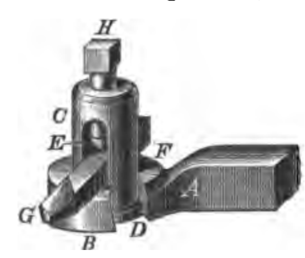
An Kugellagern mit zylindrischen Tragflächen werden Führungen für die Kugeln angeordnet, entweder in Form von Ringen, die gegen die Axe geneigt sind, oder von schraubenförmig gewundenen Bändern, um jeder Kugel auf den Tragflächen ihre eigene Rollbahn vorzuschreiben und dadurch das Einarbeiten von Rillen zu vermeiden. Bei den schraubenförmig gewundenen Bändern wird auch eine in sich zurücklaufende schräge Rille *f* angebracht, in welche entweder eine mit der anderen Hälfte in der Lagerschale laufende Kugel oder ein im Lager oder der Welle befestigter Bolzen greift, um der Kugelführung eine in der Axenrichtung hin- und hergehende Bewegung zu ertheilen und dadurch die oben genannte Wirkung zu verstärken. Der Querschnitt der Kugelführung kann ferner in der Weise gestaltet werden, dass sie die Kugeln auch bei Abnahme der Welle noch frei in sich festhält.



Für die Werkstatt.

Neuer Stichelhalter von A. Fabra. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Im vorigen Jahrgange *dieser Zeitschr. S. 76* und *350* wurde über Drehstähle von neuen Formen berichtet. Es möge hier eines ähnlichen Werkzeuges Erwähnung geschehen, welches von A. Fabra zuerst angewendet, sich mehrere Jahre hindurch bei vielen Arbeiten gut bewährt hat. Ein Stück Atlasstahl *A* (s. die Figur) ist zu einer Flansche *B* ausgeschmiedet, welche bearbeitet und mit einem Loch versehen ist. Durch dieses wird von unten her der Thurm *C* gesteckt, der sich mit einem Ansatz *D* in ein in *B* eingelassenes Gesenk legt und einen Schlitz *E* zur Aufnahme eines kleinen Stichels trägt. Der Stichel *G* liegt auf einer über den Thurm gestreiften nicht parallelen Scheibe *F* und wird durch die Schraube *H* mit vierkantigem Kopf oder Schnitt gegen den Halter *A* gedrückt, wobei gleichzeitig der Thurm gegen den Ansatz *D* gezogen wird.



Die Unparallelität der Scheibe *F* soll die Einstellung des Stichels zur Spindelaxe erleichtern, nachdem durch die Wahl der Abmessungen des Halters der Stichel schon auf etwa 0,5 *mm* genau eingestellt ist. Durch Drehung der Scheibe lässt sich der Stichel um ein Geringes heben oder senken, jedoch darf diese Korrektur keinen hohen Betrag haben, da andernfalls die Stichelwinkel, Anstellungs- und Schneidewinkel stark verändert werden. Die Neigung der oberen Fläche der Scheibe zur unteren darf nicht mehr als 3° betragen, d. i. bei einem Durchmesser der Scheibe von 20 *mm* ein Höhenunterschied von 1 *mm*; dabei sind die Grenzen des Anstellungswinkels auf 7 und 15° angenommen.

Die vorliegende Anordnung eines Stichelhalters hat dieselben Vorzüge vor den üblichen Drehstählen wie alle derartigen Einrichtungen (vergl. *diese Zeitschr. 1891. S. 350*), besitzt aber vor diesen den Vortheil, dass man dem arbeitenden Stichel dieselbe günstigste Form geben kann wie grossen Drehstählen. Mit Hilfe besonders geformter, gekröpfter und gebogener Stichel lässt sich dieser Halter wohl für alle denkbaren Arbeiten verwenden, besonders hat er sich auch bei der Bearbeitung von Scheiben grösserer Durchmesser auf Vorder- und Rückseite bewährt, wozu ihn die Drehbarkeit des Thurms *C* geeignet macht. Bei der Herstellung von neuen Sticheln für besondere Arbeiten hat man in erster Linie auf grösste Festigkeit Rücksicht zu nehmen und darf gewisse Grenzen in der Längenausdehnung nicht überschreiten, weil sonst durch Vibration des Stichels die erzeugte Fläche inkorrekt wird. Die von der Klemmschraube auf Durchbiegung beanspruchte Stelle des Stichels lässt man zweckmässig blau anlaufen; es könnte, da der Stichel an dieser Stelle hohl liegt, bei Glashärte ein Bruch eintreten, der so vollkommen vermieden wird.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. H. Haensch, Beisitzer. Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

XII. Jahrgang. **April 1892.** Viertes Heft.

Beiträge zur Kenntniss der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Normalelementes.

Von

Dr. K. Kahle in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

I.

Die Messungen der Spannung und Stärke elektrischer Ströme werden in der Technik gewöhnlich auf voltametrische Bestimmungen der Stromstärke zurückgeführt. Letztere sind jedoch sehr zeitraubend und erfordern gute Einrichtungen, wenn man zu zuverlässigen Ergebnissen gelangen will. Ein ungleich einfacherer Weg bietet sich, wenn man Normalelemente benutzt und mit der elektromotorischen Kraft derselben die zu messenden Spannungen und die Spannungsverluste, welche die zu messenden Ströme in bekannten Widerständen erleiden, vergleicht. Dieses Verfahren besitzt dabei zum mindesten dieselbe Genauigkeit wie eine unter ungünstigen Verhältnissen ausgeführte voltametrische Bestimmung der Spannung und Stromstärke, da die elektromotorische Kraft guter Normalelemente auf 0,001 ihres Betrages bekannt ist und bei vorsichtiger Behandlung der Elemente für lange Zeit denselben Werth beibehält. Als das zuverlässigste und am meisten untersuchte unter den Normalelementen muss das Clark'sche Quecksilbersulfatelement gelten. In der Reichsanstalt werden schon seit Jahren sämmtliche Messungen der Stromstärke und Spannung auf die elektromotorische Kraft dieses Elementes zurückgeführt. Es ist hier demselben seit jeher grosse Aufmerksamkeit zugewandt worden, und es wurden Aenderungen an seiner Form vorgenommen, die es zum Versand geeignet und in seinen Eigenschaften beständiger machen sollten. Bei dieser im Wesentlichen von Herrn Dr. Feussner unter Verwerthung von vorwiegend englischen Erfahrungen zusammengestellten Form ist einmal ein gebogener Zinkstab verwendet, dessen vertikaler Theil durch ein Glasrohr abgeschlossen ist, und dessen horizontaler Theil allein mit dem Zinksulfat in Berührung tritt und von Krystallen überdeckt ist; zum anderen enthält das Element eine Thonzelle, welche ein amalgamirtes Platinblech als positive Elektrode und das diese umgebende Quecksilberoxydulsulfat einschliesst. Die Vortheile dieser Anordnung liegen darin, dass das Zink stets mit konzentrirter Lösung in Berührung steht, und dass ein Uebertreten von Zink zum Quecksilber ausgeschlossen ist. Bei den so hergestellten Elementen zeigten sich jedoch bisweilen Abweichungen der elektromotorischen Kraft vom normalen Werth, die in einigen Fällen 0,001 desselben überschritten. Eine Unsicherheit in der Bestimmung der Spannungen und Stromstärken von 0,001 ihres Werthes ist indess für die Zwecke der Technik nicht bedenklich und dürfte bei voltametrischen Messungen, wenn sie nicht mit grosser Sorgfalt angestellt werden, stets vorhanden sein.

Um in dem Clark'schen Elemente ein Normal für die Spannung zu schaffen, kommt es darauf an, die Ursachen dieser Abweichungen zu finden und zu beseitigen. Man vermuthete, dass sie ihren Grund in Verunreinigungen der bei der Zusammensetzung der Elemente benutzten Chemikalien haben, und schritt daher zu einer Untersuchung des Einflusses derselben auf die elektromotorische Kraft des Elementes. Dieselbe ist allerdings noch nicht in allen Theilen abgeschlossen, jedoch soweit vorgeschritten, dass über die Einwirkung dieser Verunreinigungen, soweit sie sich in der ersten Zeit nach der Zusammensetzung der Elemente geltend machen, berichtet werden kann.

Um eine systematische Untersuchung der einzelnen Theile des Elementes durchführen zu können, wurde wegen ihrer leichten Herstellbarkeit diejenige Form gewählt, welche zuerst von Lord Rayleigh[1]) angegeben und als H-Form bezeichnet wurde. Die nebenstehende Figur 1 stellt etwa in $^1/_8$ der natürlichen Grösse ein solches Element dar, das in der unten näher zu beschreibenden Weise gefüllt ist. Das Gefäss desselben besteht aus zwei unten verschlossenen vertikalen Glasröhren, welche durch eine engere, horizontale Röhre verbunden sind. In den Böden der vertikalen Röhren sind Platindrähte eingeschmolzen, die als Zuleitungen dienen. Derartige Gefässe sind von Alb. Geissler Ww. in Berlin zu beziehen.

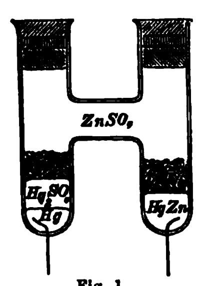


Fig. 1.

Gewöhnlich wurden die Elemente in folgender Weise zusammengesetzt. In den einen der beiden vertikalen Schenkel wurde destillirtes Quecksilber, in den anderen ein Amalgam gefüllt, welches aus 90 Theilen Quecksilber und 10 Theilen Zink bestand. Das Amalgam ist bei gewöhnlicher Temperatur fest; es wurde heiss eingefüllt und erstarrte auf dem Boden der Röhre. Sodann wurde das Quecksilber mit einer Paste überdeckt, welche durch Zusammenreiben von schwefelsaurem Quecksilberoxydul mit Quecksilber und Zinksulfatkrystallen gewonnen war; die benutzten Krystalle waren mit konzentrirter Zinksulfatlösung angefeuchtet, sodass sie einen schwer flüssigen Brei bildeten. Das Amalgam und die Paste wurden vorsichtig eingefüllt, ohne dass eine Benetzung der Rohrwandungen stattfand. Hierauf wurden in beide Röhren einige Zinksulfatkrystalle gebracht, sodass sie die Paste und das Amalgam überdeckten, und sodann das Ganze mit konzentrirter Zinksulfatlösung überschüttet. Zum Verschlusse der Elemente wurde die Lösung in beiden Röhren mit einer Schicht heissen Paraffins übergossen, nach dessen Erkalten ein dünner Kork aufgesetzt und auf denselben eine harzige Masse in heissflüssigem Zustande geschüttet, welche von ihrem Verfertiger „Heylit" genannt wird. Dieselbe legt sich nach dem Erkalten dicht an die Glaswandungen an und verhindert ein Austreten der Flüssigkeit. Die Paraffinschicht ist als vorläufiger Verschluss für das Element gewählt, weil zwischen Paraffin und Zinksulfat keine chemische Wirkung stattfindet; der Kork soll das Paraffin von dem heissen Harze trennen, da sonst jenes beim Einfüllen des letzteren schmelzen würde.

Das Hauptaugenmerk wurde bei der Füllung der Elemente auf die Reinheit des Zinkes und des Zinksulfates verwandt. Es ist zwar auch von höchster Wichtigkeit, dass das benutzte Quecksilber keine fremden Bestandtheile enthält, jedoch ist dasselbe leicht durch Destillation oder Elektrolyse in der nöthigen Reinheit zu beschaffen. Das im Handel käufliche Quecksilberoxydulsulfat weist ausser geringen

[1]) *Phil. Trans. 175. S. 411. (1884.)*

Spuren freier Säure keine Verunreinigungen auf; für die Herstellung der Elemente wurde es von C. A. F. Kahlbaum in Berlin bezogen. Das benutzte Zink wurde im chemischen Laboratorium der Reichsanstalt elektrolytisch gewonnen. Das Zinksulfat wurde gleichfalls von Kahlbaum bezogen; es enthält meistens noch freie Säure und Eisensulfat. Um dasselbe zu reinigen, kann man es solange mit reinem Zink kochen, bis sich aus der kalten Lösung ein weisser Niederschlag von Zinkoxydhydrat absetzt. Bei diesem Verfahren wird auch das etwa beigemengte Eisensulfat in Eisenoxydhydrat verwandelt und fällt als gelbbrauner Niederschlag heraus. Die abfiltrirte Lösung besitzt die nöthige Reinheit für die Herstellung der Elemente. Das zur Füllung der hier untersuchten Elemente benutzte Zinksulfat ist von Herrn Dr. Mylius nach einem neuen, noch von ihm zu beschreibenden Verfahren von fremden Bestandtheilen gereinigt. An dieser Stelle ist noch zu erwähnen, dass die Herren Dr. Mylius, Dr. Foerster und Dr. Fromm in allen chemischen Fragen diese Untersuchungen durch Rath und That wesentlich gefördert haben.

Zunächst wurde eine Reihe von Elementen mit möglichst reinen Chemikalien hergestellt und daneben eine Anzahl, in welchen das Zink oder das Zinksulfat durch geeignete Beimengungen verunreinigt waren. In Tafel 1 (a. S. 120) soll eine Uebersicht über diese verschiedenen Elemente und ihre besonderen Eigenthümlichkeiten gegeben werden.

Die elektromotorische Kraft der auf diese Weise hergestellten Elemente wurde mit derjenigen einer Reihe älterer Elemente mit Thonzellen verglichen, welche hier zu verschiedenen Zeiten und mit verschiedenen Materialien zusammengesetzt waren. Die letzteren Elemente wurden wieder ständig unter einander verglichen. Da das Verhältniss der elektromotorischen Kräfte der einzelnen dieser Elemente zu einander nur äusserst geringen Schwankungen unterworfen war, die stets unter 0,0001 blieben, so ist anzunehmen, dass sich während der Dauer der Untersuchung auch der absolute Werth der elektromotorischen Kraft nicht verändert hat. Die Vergleichung wurde im Wesentlichen nach dem Poggendorff'schen Kompensationsverfahren ausgeführt; die Versuchsanordnung wird durch die beistehende Figur 2 dargestellt. Die folgenden Bemerkungen mögen zur Erläuterung derselben dienen.

Ein Akkumulator A ist dauernd durch drei hintereinander geschaltete Widerstände geschlossen. Der erste derselben ist ein Dosenwiderstand D von 10 *Ohm* aus Mangan-Nickel-Kupfer, der zweite ein ausgespannter Nickelindraht M von 1 *m* Länge und etwa 0,134 *Ohm* Widerstand und der dritte ein in beliebig kleinen Abstufungen regulirbarer Widerstand R. Auf dem Messdraht ist ein Gleitkontakt verschiebbar, dessen Abstand von dem einen Ende des Drahtes auf einer unter demselben angebrachten Millimetertheilung abgelesen werden kann. Der Gleitkontakt führt zum Galvanometer G, welches mit einem Umschalter U verbunden ist. U wiederum ist mit demjenigen Ende der Widerstandsdose D verbunden, das

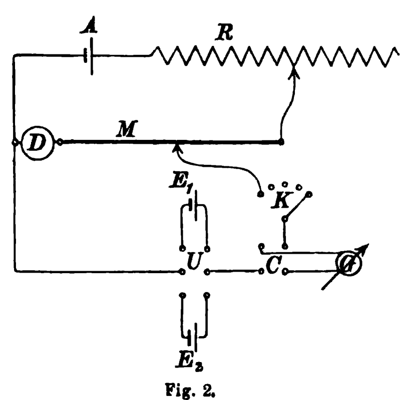


Fig. 2.

nicht am Messdraht anliegt. Je nach der Stellung der Wippe des Umschalters kann das eine oder das andere der zu vergleichenden Elemente, E_1 und E_2, in diesen Stromkreis eingeschaltet werden. Dem Galvanometer vorgeschaltet ist

Tafel 1.

Bezeichnung der Elemente	Tag der Herstellung der Elemente	Zusammensetzung des Zinkamalgams	Behandlung der Zinksulfatlösung	Sonstige Bemerkungen.
Nr. 1	25. Nov. 1891	90 Hg + 10 Zn	Durch Kochen mit Zink gereinigt	Die Hg_2SO_4-Paste enthält mehr Hg als gewöhnlich.
„ 2	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
„ 3	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 4	23. Nov. 1891	desgl.	desgl.	
„ 5	26. Nov. 1891	Stücke granulirten Zinks in Quecksilber	desgl.	Die Hg_2SO_4-Paste wie bei Nr. 1.
„ 6	24. Nov. 1891	90 Hg + 10 Zn	desgl.	
„ 7	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 8	5. Dez. 1891	desgl.	desgl.	
„ 9	desgl.	desgl.	Nach der Methode des Herrn Dr. Mylius gereinigt	
„ 10	7. Dez. 1891	desgl.	Ungereinigt	
„ 11	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 12	11. Dez. 1891	desgl.	Nach der Methode des Herrn Dr. Mylius gereinigt	
„ 13	desgl.	desgl.	desgl.	Die Hg_2SO_4-Paste bedeckt beide Elektroden.
„ 14	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 15	16. Dez. 1891	desgl.	desgl.	
„ 16	desgl.	desgl.	99 $ZnSO_4$ + 1 $FeSO_4$	
„ 17	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 18	21. Dez. 1891	desgl.	Nach der Methode des Herrn Dr. Mylius gereinigt	
„ 19	desgl.	desgl.	99 $ZnSO_4$ + 1 $MgSO_4$	
„ 20	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 21	desgl.	90 Hg + 9,9 Zn + 0,1 Mg	Nach der Methode des Herrn Dr. Mylius gereinigt	Das Amalgam enthält vermuthlich kein Mg.
„ 22	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 23	9. Januar 1892	90 Hg + 9,5 Zn + 0,5 Mg	desgl.	Amalgam frisch bereitet.
„ 24	desgl.	desgl.	desgl.	Amalgam vom 31. 12. 91.
„ 25	desgl.	desgl.	desgl.	Amalgam frisch bereitet.
„ 26	desgl.	desgl.	desgl.	Amalgam vom 31. 12. 91.
„ 27	13. Januar 1892	92,8 Hg + 7,2 Zn	desgl.	Das Amalgam wurde durch elektrolytische Ueberführung von Zn in Hg gewonnen.
„ 28	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 29	desgl.	90 Hg + 10 Zn (I v. Kahlbaum)	desgl.	
„ 30	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 31	desgl.	90 Hg + 9,5 Zn + 0,5 Na	desgl.	
„ 32	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 33	16. Januar 1892	90 Hg + 10 Zn (Zinkblech)	desgl.	
„ 34	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 35	desgl.	90 Hg + 9,5 Zn + 0,5 Cd	desgl.	
„ 36	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 37	7. Februar 1892	90 Hg + 9,5 Zn + 0,5 Fe	desgl.	
„ 38	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 39	desgl.	90 Hg + 9,5 Zn + 0,5 Pb	desgl.	
„ 40	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 41	desgl.	90 Hg + 9,5 Zn + 0,5 As	desgl.	
„ 42	desgl.	desgl.	desgl.	
„ 43	desgl.	92,8 Hg + 7,2 Zn (elektrolyt.)	desgl.	

ein Kommutator C und ferner, um die Empfindlichkeit des Galvanometers variiren zu können, ein Kurbelrheostat K.

Bei der Messung wird zunächst das eine der beiden Elemente eingeschaltet, der Schleifkontakt auf einen bestimmten Punkt der Skale eingestellt und durch Veränderung des Widerstandes R die Stromstärke im Kreise des Akkumulators so regulirt, dass beim Schliessen des abgezweigten Stromkreises das Galvanometer keinen Ausschlag mehr zeigt. Sodann wird das andere Element eingeschaltet und der Schleifkontakt so lange verschoben, bis der Galvanometerkreis wieder stromlos ist. Um festzustellen, dass sich während der Messung die Stromstärke im Akkumulatorkreise nicht geändert hat, wird nochmals das erste Element eingeschaltet; befindet sich der Schleifkontakt an derselben Stelle wie bei der ersten Messung, so darf beim Schliessen des abgezweigten Stromkreises in demselben kein Strom entstehen. Bezeichnet e_1 bezw. e_2 die elektromotorische Kraft der zu vergleichenden Elemente in Volt, n_1 bezw. n_2 die entsprechenden Abstände des Schleifkontakts von dem der Dose D zugekehrten Ende des Messdrahtes M in Millimetern, w den Widerstand der Dose und d denjenigen des Messdrahts in Ohm, dann gilt, wenn die oben aufgestellten Bedingungen erfüllt sind, die Formel:

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{w + 0{,}001\, n_1\, d}{w + 0{,}001\, n_2\, d}.$$

Hieraus folgt weiter:

$$e_1 - e_2 = \frac{0{,}001\, (n_1 - n_2)\, \frac{d}{w}}{1 + 0{,}001\, n_1\, \frac{d}{w}}\, e_1.$$

Das Verhältniss d/w wurde zu 0,01337 bestimmt; die Temperatur der Widerstände d und w ist nicht weiter zu berücksichtigen, da eine Kenntniss der Differenz $e_1 - e_2$ auf 0,001 ihres Werthes für alle Fälle genügt; günstiger ist es noch, wenn beide Widerstände aus gleichem Material hergestellt werden.

Das benutzte Galvanometer war ein Thomson'sches und besass genügende Empfindlichkeit, um Differenzen zwischen den elektromotorischen Kräften der einzelnen Elemente von 0,000 01 *Volt* bequem messen zu können. In dem Stromkreise, welcher das Galvanometer und das zu untersuchende Element enthielt, traten keine thermoelektrischen Kräfte in Wirkung. Verschiedentlich wurde an Stelle des Elementes ein Draht eingefügt und, während der Akkumulatorstromkreis geöffnet war, der Galvanometerstromkreis kurz geschlossen; in keinem Falle zeigte das Galvanometer einen merklichen Ausschlag.

Grosse Sorgfalt wurde auf die Bestimmung der Temperatur der Elemente gelegt, da eine Aenderung derselben um 1° einer Aenderung der elektromotorischen Kraft um mehr als 0,001 *Volt* entspricht. Um von den Schwankungen der Zimmertemperatur unabhängig zu sein, wurden die zu untersuchenden Elemente und die Normale in einen Kasten mit doppelten Holzwänden gesetzt, der oben mit herausnehmbaren Glasfenstern versehen war. Die Zuleitungen zu den Elementen waren durch die Wandungen des Kastens nach Aussen geführt; die Thermometer konnten durch die Fenster abgelesen werden. Anfangs standen die Elemente frei in diesem Kasten, und es wurde als Temperatur derselben diejenige des umgebenden Luftraumes angenommen. Es zeigte sich jedoch im Laufe der Untersuchung, dass diese Anordnung für eine genaue Vergleichung der elektromotorischen Kräfte nicht genügt; die Elemente wurden daher später sammt den Normalen in Erdölbäder gestellt und als

Temperatur diejenige der letzteren gesetzt. Die Thermometer waren stets so angeordnet, dass sie ohne Beeinflussung der Temperatur der Bäder abgelesen werden konnten. Die Messungen lieferten seitdem wesentlich gleichmässigere Ergebnisse.

Die in Tafel 2 mitgetheilten Zahlen beziehen sich auf diejenigen Elemente, bei deren Zusammensetzung nur reine Chemikalien verwendet wurden. Die aufgeführten Elemente wurden, wie aus Tafel 1 zu ersehen, zu verschiedenen Zeiten hergestellt; in Bezug auf die Zusammensetzung des Amalgams weisen Nr. 5, 27, 28, 29 und 30 kleine Abweichungen gegen die übrigen auf. Nr. 5 enthält als negative Elektrode Stücke reinen granulirten Zinkes, welche durch Quecksilber unter sich und mit der Zuleitung verbunden sind. Das in Nr. 27 und 28 verwandte Amalgam ist dadurch gewonnen, dass man Zink durch Elektrolyse in das Quecksilber überführte. Hierbei diente ein von Kahlbaum als Zink I bezogener Zinkstab als Anode, reines Quecksilber als Kathode und reines Zinksulfat als Elektrolyt. Das so gewonnene Amalgam war gleichfalls fest, enthielt jedoch nur 7,2 Theile Zink auf 92,8 Theile Quecksilber. Das Amalgam in Nr. 29 und 30 ist durch Auflösung von 10 Theilen des Kahlbaum'schen Zink I in 90 Theilen Quecksilber gewonnen. Bezüglich der Zubereitung der Quecksilberoxydulsulfatpaste ist noch zu erwähnen, dass die Menge des dem Sulfat beigemengten Quecksilbers ziemlich willkürlich gewählt wurde. Man fügte soviel hinzu, dass die Paste nach dem Verreiben mit Quecksilberkügelchen durchsetzt war. Bei den Elementen Nr. 1, 2 und 5 war der Paste soviel Quecksilber beigemengt, dass sie nach längerem Reiben ein graues Aussehen erhielt.

In Tafel 2, welche die Ergebnisse dieser Messungen darstellt, sowie in den weiter unten eingefügten Tafeln 3, 4 und 5 ist für sämmtliche Elemente die Abweichung ihrer elektromotorischen Kraft von derjenigen des Elementes Nr. 72 mit

Tafel 2.

Elemente mit reinen Chemikalien.

Tag der Beobachtung	Temperatur der Elemente in Grad	Elektromotorische Kraft von Element Nr. 72, vermindert um diejenige der H-Elemente in hunderttausendstel Volt												
		Nr. 2	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 12	Nr. 15	Nr. 18	Nr. 27	Nr. 28	Nr. 29	Nr. 30
1891														
30. Dez.	15,4	—	+21	+17	+27	—	—	+19	+15	+17	—	—	—	—
31. „	15,5	—	+29	+21	+30	—	—	+27	+23	+30	—	—	—	—
1892														
2. Jan.	14,2	—	+25	+11	+30	—	—	+15	+11	—	—	—	—	—
4. „	15,6	—	+32	+21	+34	—	—	+25	+21	—	—	—	—	—
6. „	16,4	—	—	—	—	—	—	+25	—	+17	—	—	—	—
8. „	16,4	—	—	—	—	—	—	+25	—	+15	—	—	—	—
10. „	16,0	—	—	—	—	—	—	+21	—	+30	—	—	—	—
15. „	14,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 4	— 4	— 2	— 2
18. „	13,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 6	— 4	—10	—10
20. „	13,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 8	+ 4	+ 6	+ 6
22. „	13,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 8	+ 2	+ 6	+ 6
27. „	17,4	+15	—	—	—	+19	+ 6	— 6	—	—	+13	+10	+13	+13
28. „	14,5	+25	—	—	—	+29	+19	+11	—	—	—	—	—	—
30. „	16,1	+17	—	—	—	+17	+21	+13	—	—	—	—	—	—
Mittel der Unterschiede:		+19	+26	+18	+30	+22	+15	+18	+18	+27	+ 4	+ 2	+ 3	+ 3

Thonzelle in hundertausendstel Volt mitgetheilt, und zwar ist die elektromotorische Kraft von Nr. 72 um diejenige der einzelnen H-Elemente vermindert worden. Die einer jeden Horizontalreihe vorangestellte Temperaturangabe bezieht sich sowohl auf Element Nr. 72 als auf die H-Elemente. Wenn auch nicht sämmtliche Elemente unmittelbar mit Nr. 72 verglichen wurden, sondern zum Theil mit anderen Normalen von derselben Ausführung wie Nr. 72, so wurden diese letzteren doch in jedem Falle wieder an Nr. 72 angeschlossen, so dass eine leichte Berechnung den Unterschied der elektromotorischen Kraft des betreffenden Elements gegen diejenige von Nr. 72 ergab. Die letzte Stelle der mitgetheilten Zahlen besitzt nicht mehr volle Zuverlässigkeit, besonders wenn die Elemente nicht unmittelbar mit Element Nr. 72 verglichen wurden. Bei der Vergleichung von Elementen, die in getrennten Bädern stehen, muss man um die hunderttausendstel Volt angeben zu können, die Temperatur auf hundertstel Grade kennen und sicher sein, dass die Bäder in der Zeit vor der Beobachtung annähernd denselben Temperaturschwankungen unterworfen waren. Die letztere Stelle wurde dennoch mitgetheilt, um die Konstanz der Differenzen der elektromotorischen Kräfte der einzelnen H-Elemente, welche sich in demselben Bade, also auf gleicher Temperatur befanden, zu beweisen.

Tafel 2 enthält nur diejenigen Messungsergebnisse, welche man fand, als die Elemente in Erdölbädern standen. Für einen Theil der Elemente sind daher nur Zahlen mitgetheilt, welche längere Zeit nach der Herstellung derselben ermittelt wurden, während für die Elemente Nr. 27 bis 30 nur Messungen vorliegen, die einige Tage nach ihrer Zusammensetzung stattfanden. Es zeigt sich zwischen den für die ersten neun und den für die letzten vier Elemente gefundenen Differenzen gegen Element Nr. 72 ein durchgehender Unterschied, der bei Berücksichtigung der für jedes Element gebildeten Mittel recht deutlich hervortritt. Es lässt sich dies wohl nur dadurch erklären, dass die Elemente kurz nach der Zusammensetzung eine höhere elektromotorische Kraft haben, eine Erscheinung, die auch schon Lord Rayleigh beobachtete. Im übrigen zeigen die einzelnen Gruppen der Elemente eine gute Uebereinstimmung unter einander. Die grösste Abweichung zwischen den ersten neun Elementen, die zu verschiedenen Zeiten hergestellt wurden, beträgt nur 0,000 15 *Volt*.

Wir gehen jetzt dazu über, den Einfluss von Beimengungen anderer Metalle im Amalgam auf die elektromotorische Kraft der Elemente zu betrachten. Die positiveren Metalle als Zink, welche zu diesem Zwecke dem Amalgam beigemengt wurden, waren Magnesium und Natrium. Die Einführung von Magnesium in das Amalgam bereitete anfangs Schwierigkeiten, da sich dasselbe auch bei starker Erwärmung nicht in Quecksilber zu lösen scheint. Die Elemente Nr. 21 und 22 enthalten ein Zinkamalgam, welches im heiss flüssigen Zustande lange Zeit mit einigen Magnesiumstücken in Berührung stand, deren Gewicht ein Zehntel des im Amalgam enthaltenen Zinks betrug. Das Amalgam scheint aber nichts davon aufgenommen zu haben. Es gelang jedoch, 10 Theile einer Legirung aus 95 Theilen Zink und 5 Theilen Magnesium, welche in der Werkstatt der Reichsanstalt hergestellt war, in 90 Theilen Quecksilber zu lösen. Das so gebildete Amalgam oxydirte schnell an der Luft und wurde inhomogen. Seine Verwendung in Elementen wurde dadurch erschwert, dass es bei Berührung mit Zinksulfatlösung eine lebhafte Zersetzung und starke Trübung der Flüssigkeit veranlasste. Diese Erscheinung ist auf eine Lösung des im Amalgam enthaltenen Magnesiums im

Zinksulfat zurückzuführen; sie tritt auch auf, wenn man Magnesium allein mit Zinksulfat in Berührung bringt. Das so hergestellte Amalgam gelangte in den Elementen Nr. 23, 24, 25 und 26 zur Verwendung. Die Elemente wurden erst dann verschlossen, nachdem die Gasentwicklung aufgehört hatte. Nr. 23 und 25 enthalten ein Amalgam, das sofort nach der Zubereitung heiss eingefüllt wurde, Nr. 24 und 26 ein solches, das schon neun Tage an der Luft gestanden hatte; die Oberfläche desselben war ganz verwittert, und nur der untere Theil, welcher noch metallischen Glanz hatte, wurde zur Füllung benutzt. Das durch Natrium verunreinigte Amalgam, welches die Elemente Nr. 31 und 32 enthalten, wurde in ähnlicher Weise aus einer Legirung hergestellt, welche nach Angaben der Werkstatt 95 Theile Zink und 5 Theile Natrium enthalten soll; auch hier wurden 10 Theile der Legirung in 90 Theilen Quecksilber gelöst. Das Amalgam rief gleichfalls in Berührung mit Zinksulfat Gasentwicklung hervor. Mit den für diese Elemente erhaltenen Ergebnissen sollen auch diejenigen zusammengestellt werden, welche man für die Elemente Nr. 33 und 34 fand. Diese Elemente enthalten ein Amalgam aus 90 Theilen Quecksilber und 10 Theilen eines im Handel käuflichen Zinkblechs, welches hier zu Werkstattsarbeiten Benutzung findet. Die Messungsergebnisse sind in der folgenden Tafel 3 mitgetheilt. Hier wie in Tafel 4 und 5 beziehen sich die links stehenden Angaben über Beobachtungstag und Temperatur nur auf die ersten zwei Elemente, die entsprechenden Angaben für die übrigen Elemente sind rechts aufgeführt.

Tafel 3.
Elemente, deren Amalgam durch positive Metalle verunreinigt ist.

Tag der Beobachtung	Temperatur der Elemente in Grad	Elektromotorische Kraft von Element Nr. 72, vermindert um diejenige der H-Elemente in hunderttausendstel Volt										Temperatur der Elemente in Grad	Tag der Beobachtung
		Nr. 21	Nr. 22	Nr. 23	Nr. 24	Nr. 25	Nr. 26	Nr. 31	Nr. 32	Nr. 33	Nr. 34		
1891													1892
30. Dez.	15,4	+ 19	+ 17	− 27	+ 84	+ 587	+ 13	—	—	—	—	15,8	12. Jan.
31. „	15,5	+ 30	+ 30	− 36	+ 63	+ 171	+ 2	—	—	—	—	15,0	13. „
1892				− 36	+ 30	− 103	+ 0	—	—	—	—	14,5	14. „
6. Jan.	16,4	+ 21	+ 17	− 27	+ 10	− 32	− 8	− 112	− 106	− 8	− 6	14,2	15. „
8. „	16,4	+ 19	+ 17	− 61	− 30	− 75	− 32	− 110	− 106	− 15	− 17	13,3	18. „
10. „	16,0	+ 15	+ 13	− 27	+ 21	− 40	+ 4	− 98	− 74	− 13	− 18	13,8	20. „
				− 27	+ 25	− 40	+ 4	− 72	− 59	− 6	− 4	13,3	22. „
				− 23	+ 25	− 40	+ 10	− 13	− 19	—	—	14,2	28. „
				− 10	+ 38	− 29	+ 21	+ 17	+ 17	—	—	15,8	5. Febr.

Nach Tafel 3 unterscheidet sich die elektromotorische Kraft von Nr. 21 und 22 nicht merklich von derjenigen der Elemente, welche ausschliesslich Zink im Amalgam enthalten. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, dass das Amalgam bei seiner Herstellung kein Magnesium aufgenommen hat. Die vier Elemente, die jedenfalls Magnesium im Amalgam enthalten, weisen grosse Abweichungen von einander auf; die elektromotorische Kraft der Elemente Nr. 23 und 26 unterliegt nur geringen Schwankungen; dagegen hat diejenige von Nr. 24, besonders aber diejenige von Nr. 25 an den verschiedenen Tagen stark von einander abweichende Werthe. Bei den beiden letzten Elementen ist die elektromotorische Kraft anfangs kleiner als diejenige von Element Nr. 72, steigt dann über diesen Werth, um später wieder zu sinken. Diese Schwankungen rühren von der starken chemischen

Einwirkung des Zinksulfats auf das Magnesium her; einerseits werden unter diesen Umständen an der negativen Elektrode lokale elektromotorische Kräfte von wechselnder Grösse auftreten, andererseits wird auch der sich bildende Wasserstoff von Einfluss auf die elektromotorische Kraft sein. Bei den Elementen, deren Amalgam Natrium enthält, finden derartige Schwankungen der elektromotorischen Kraft nicht statt. Dieselbe ist anfangs erheblich grösser als diejenige des Elements Nr. 72, fällt aber allmälig auf den normalen Werth herab. Dieses Sinken der elektromotorischen Kraft lässt sich vielleicht durch die Annahme erklären, dass das Natrium an der Oberfläche allmälig vom Zinksulfat gelöst wird und in der Lösung keinen Einfluss auf die elektromotorische Kraft der Elemente ausübt. Die Elemente Nr. 33 und 34, welche ein Amalgam aus 90 Theilen Quecksilber und 10 Theilen käuflichen Zinkblechs enthalten, haben eine etwas höhere elektromotorische Kraft als die unter Verwendung von reinem Zink hergestellten Elemente.

Ob die Verunreinigung des Zinks durch negative Metalle von Einfluss auf die elektromotorische Kraft des Elementes ist, wurde an Elementen untersucht, bei denen Cadmium, Eisen, Blei oder Arsen dem Amalgam beigemengt war. Das Cadmium enthaltende Zinkamalgam wurde durch Lösung von 9,5 Theilen Zink und 0,5 Theilen Cadmium in 90 Theilen Quecksilber gewonnen. Für die Herstellung der übrigen Amalgame wurden hier verfertigte Zinklegirungen verwandt, welche auf 95 Theile Zink 5 Theile Eisen, Blei oder Arsen enthalten sollen. 10 Theile dieser Legirung wurden in jedem Falle in 90 Theilen Quecksilber gelöst. Die bei der Anfertigung der Amalgame verwendeten Zinklegirungen, welche in der Werkstatt der Reichsanstalt hergestellt sind, sollen noch einer genauen chemischen Analyse unterworfen werden, deren Ergebniss später mitgetheilt werden wird.

Die folgende Tafel 4 enthält die Messungsergebnisse für die elektromotorische Kraft der so hergestellten Elemente. Sie weicht bei den Elementen,

Tafel 4.

Elemente, deren Amalgam durch negative Metalle verunreinigt ist.

Tag der Beobachtung	Temperatur der Elemente in Grad	Elektromotorische Kraft von Element Nr. 72, vermindert um diejenige der H-Elemente in hunderttausendstel Volt								Temperatur der Elemente in Grad	Tag der Beobachtung
		Nr. 35	Nr. 36	Nr. 37	Nr. 38	Nr. 39	Nr. 40	Nr. 41	Nr. 42		
1892											1892
17. Jan.	14,9	− 11	− 8	+ 17	+ 17	+ 17	+ 17	+ 17	+ 17	15,2	8. Febr.
18. „	13,3	− 21	− 21	+ 17	+ 19	+ 17	+ 19	+ 19	+ 19	15,1	21. „
20. „	13,8	− 13	− 17	+ 34	+ 34	+ 32	+ 36	+ 38	+ 36	15,7	28. „
22. „	13,3	− 2	− 10								

welche im Amalgam Eisen, Blei oder Arsen enthalten, von dem Betrage der reines Zink enthaltenden Elemente nicht ab; ein Zusatz von Cadmium zum Amalgam scheint hier die elektromotorische Kraft für den Anfang um etwa 0,0003 *Volt* zu erhöhen.

Um einen etwaigen Einfluss von Verunreinigungen der Zinksulfatlösung auf die elektromotorische Kraft der Elemente festzustellen, setzte man dem Zinksulfat einmal Eisenoxydulsulfat und zum andern Magnesiumsulfat zu. Zu

diesem Zwecke wurden 99 Theile Zinksulfat und 1 Theil Eisenoxydulsulfat bezw. Magnesiumsulfat in destillirtem Wasser gelöst und die Lösung wurde soweit eingedampft, bis sich nach dem Erkalten Krystalle ausschieden; diese Krystalle benutzte man an Stelle der mit reiner Zinksulfatlösung gewonnenen für die Bereitung der Quecksilberoxydulsulfatpaste. Ebenso wurde die Paste und das Amalgam mit diesen Krystallen überdeckt und sodann die konzentrirte verunreinigte Lösung in die Elemente gefüllt. Das Zinksulfat der in Tafel 5 angeführten Elemente Nr. 16 und 17 ist durch Eisenoxydulsulfat verunreinigt und erhielt von

Tafel 5.
Elemente mit verunreinigter Zinksulfatlösung.

Tag der Beobachtung	Temperatur der Elemente in Grad	Elektromotorische Kraft von Element Nr. 72, vermindert um diejenige der H-Elemente in hunderttausendstel Volt						Temperatur der Elemente in Grad	Tag der Beobachtung
		Nr. 10	Nr. 11	Nr. 16	Nr. 17	Nr. 19	Nr. 20		
1891									1891
7. Dez.	16,1	+ 61	+ 72	− 32	− 30	—	—	14,0	19. Dez.
9. „	15,7	+ 65	+ 72	− 21	− 13	—	—	14,0	20. „
14. „	15,8	+ 42	+ 51	− 23	− 19	—	—	13,4	21. „
16. „	15,5	+ 61	+ 72	− 19	− 15	− 34	− 26	13,5	22. „
				+ 11	+ 19	− 10	− 8	15,4	30. „
				+ 17	+ 19	− 2	+ 4	15,5	31. „
									1892
				+ 6	+ 8	—	—	14,2	2. Jan.
				+ 16	+ 16	—	—	15,6	4. „
				—	—	− 4	− 4	16,5	6. „
				—	—	− 4	− 2	16,4	8. „

dem ausgeschiedenen Eisenoxydhydrat ein bräunliches Aussehen; in den Elementen Nr. 19 und 20 ist dem Zinksulfat Magnesiumsulfat beigemengt. Bei der Herstellung der Elemente Nr. 10 und 11 wurde Zinksulfat benutzt, welches von Kahlbaum bezogen und hier einem Reinigungsverfahren nicht unterworfen wurde. Als hauptsächlichste Verunreinigungen wurden hier freie Säure und Eisensulfat nachgewiesen. Die Vergleichungen dieser Elemente mit den Normalen führte zu den in Tafel 5 mitgetheilten Ergebnissen.

Bei Verwendung von ungereinigtem Zinksulfat ist also die elektromotorische Kraft der Elemente um etwa 0,0005 *Volt* kleiner als diejenige der Elemente, welche reines Zinksulfat enthalten; es dürfte dieser Umstand auf die Gegenwart freier Säure zurückzuführen sein, welche, wie auch an anderen Elementen beobachtet wurde, eine Erniedrigung der elektromotorischen Kraft bewirkt. Ein Zusatz von Eisenoxydulsulfat oder Magnesiumsulfat zum Zinksulfat in der angegebenen Menge hat anfangs eine geringe Erhöhung der elektromotorischen Kraft zur Folge; mit der Zeit nimmt die letztere jedoch einen Werth an, der sich von der elektromotorischen Kraft der mit reiner Zinksulfatlösung hergestellten Elemente um höchstens 0,0001 *Volt* unterscheidet.

Es ist noch zu erwähnen, dass die Versuche, welche bisjetzt hier ausgeführt wurden, um den etwaigen Einfluss des im Zinksulfat suspendirten Sauerstoffes auf die elektromotorische Kraft festzustellen, noch nicht zu ganz sicheren Ergebnissen

geführt haben. Es lässt sich aus denselben jedoch bereits entnehmen, dass ein solcher Einfluss, wenn er überhaupt stattfindet, nur sehr gering ist. Man hofft in einer späteren Veröffentlichung hierüber zuverlässige Mittheilungen machen zu können.

Das Gesammtergebniss des bisher Gesagten lässt sich dahin zusammenfassen, dass von den Verunreinigungen des Zinkes nur diejenigen durch positivere Metalle für die Clark'schen Elemente von wesentlichem Einfluss sind, und dass von den bisher dem Zinksulfat zugefügten Beimengungen nur freie Säure eine merkliche Veränderung der elektromotorischen Kraft bewirkt. Die Versuche über die Verunreinigungen des Zinksulfates sind jedoch noch nicht als abgeschlossen zu betrachten. Es wird noch der Einfluss einer stark basischen Lösung, sowie derjenige einer Verunreinigung durch Cadmiumsulfat und Bleisulfat zu ermitteln sein; das letztere Salz ist in geringen Mengen im Zinksulfat löslich und als häufige Beimengung des käuflichen Zinksulfats durch Untersuchungen im chemischen Laboratorium der Reichsanstalt nachgewiesen.

Des Weiteren sollen noch die Ergebnisse von Messungen mitgetheilt werden, welche zur Ermittlung der Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft der Elemente mit der Temperatur angestellt wurden. Auch diese Messungen sind noch nicht zu Ende geführt; es wurden bisher nur einige Messungsreihen bei höherer Temperatur vorgenommen, welche von solchen bei Zimmertemperatur angestellten eingeschlossen waren. Da nun diese Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft nicht bei allen Temperaturen dieselbe ist, sondern, wie bereits von Lord Rayleigh[1]) nachgewiesen wurde, mit steigender Temperatur zunimmt, so sind, um zu sicheren Ergebnissen über den Temperaturkoeffizienten des Clark'schen Elementes zu gelangen, in verschiedenen Temperaturgebieten Messungen anzustellen. Die in den Tafeln 6 a. f. S. mitgetheilten Zahlen beweisen jedoch schon die gute Uebereinstimmung verschieden zusammengesetzter Elemente auch bei höheren Temperaturen, obwohl sie zu einer endgiltigen Festsetzung des Temperaturkoeffizienten nicht ausreichen können. Wurden Messungen bei Zimmertemperatur angestellt, so befanden sich die Elemente mit den Normalen, an die sie angeschlossen wurden, in dem bereits oben erwähnten verschlossenen Holzkasten. Behufs Vornahme der Messungen bei höherer Temperatur wurden die Elemente von der H-Form in einen Rohrbeck'schen Thermostaten gestellt; die Normale blieben jedoch stets in dem Holzkasten. Sämmtliche Elemente, welche unter einander verglichen wurden, waren, wie auch bei den früheren Messungen, in Erdölbädern untergebracht, deren Temperatur als diejenige der Elemente angenommen wurde. Es zeigte sich, dass man erst sichere Messungsergebnisse für die elektromotorische Kraft der Elemente bei einer bestimmten Temperatur erhielt, wenn dieselben dieser Temperatur längere Zeit ausgesetzt waren. Es vergeht immer eine gewisse Zeit, bis die Zinksulfatlösung eine der betreffenden Temperatur entsprechende Konzentration angenommen hat. Daher wurde eine und dieselbe Temperatur längere Zeit möglichst konstant gehalten und erst dann zu einer anderen Temperatur übergegangen, wenn die Werthe, welche sich für die elektromotorische Kraft ergaben, an mehreren aufeinander folgenden Tagen keine wesentlichen Veränderungen zeigten. In den Tafeln 6a, 6b und 6c sind die Ergebnisse der Messungen, welche an drei verschiedenen Sätzen von Elementen vorgenommen wurden, zusammengestellt.

---

[1]) *Phil. Trans. 176. S. 781 (1885.)*

Die mitgetheilten Zahlen stellen die Abweichungen der elektromotorischen Kraft der einzelnen Elemente bei der betreffenden Temperatur von der elektromotorischen Kraft des Elementes Nr. 72 bei 15° dar. Da bei den Vergleichungen die Temperatur des letzteren nicht immer 15° betrug, mussten die einzelnen Messungen auf diese Temperatur zurückgeführt werden. Es geschah dies unter der vorläufigen Annahme, dass bei diesem Elemente im Temperaturintervalle von 13 bis 17° eine Zunahme der Temperatur um 1° einer Abnahme der elektromotorischen Kraft um 0,0010 *Volt* entspricht. Diese Zahl ergiebt sich aus den Beobachtungen von Lord Rayleigh und kommt dem wirklichen Temperaturkoeffizienten jedenfalls sehr nahe. Da die einzuführende Korrektion verhältnissmässig klein und bald positiv, bald negativ war, dürften wohl nur die hunderttausendstel *Volt* dadurch unsicher sein.

Aus den angeführten Zahlen ergiebt sich eine vorzügliche Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Elementen bei zwei um etwa 10° auseinanderliegenden Temperaturen; die Differenzen der elektromotorischen Kräfte der einzelnen untersuchten Elemente, also die Unterschiede zwischen den einzelnen in

Tafel 6a.

Tag der Beobachtung	Temperatur der H-Elemente in Grad	Elektromotorische Kraft von Element Nr. 72 bei 15°, vermindert um diejenige der H-Elemente in hunderttausendstel Volt						
		Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 15	Nr. 16	Nr. 17	
1891								
30. Dezember	15,4	+ 61	+ 57	+ 67	+ 55	+ 51	+ 49	
31. Dezember	15,5	+ 79	+ 71	+ 81	+ 73	+ 67	+ 69	
1892								
2. Januar . .	14,2	— 55	— 69	— 50	— 69	— 74	— 72	
4. Januar . .	15,6	+ 92	+ 81	+ 96	+ 81	+ 75	+ 75	
Mittel	15,2	+ 44	+ 35	+ 49	+ 35	+ 30	+ 30	Reihe 1
6. Januar . .	27,3	+ 1598	+ 1594	+ 1585	+ 1591	+ 1589	+ 1585	
8. Januar . .	27,6	+ 1633	+ 1627	+ 1625	+ 1623	+ 1625	+ 1623	
10. Januar . .	27,6	+ 1645	+ 1640	+ 1644	+ 1636	+ 1634	+ 1630	
Mittel	27,5	+ 1626	+ 1621	+ 1615	+ 1617	+ 1616	+ 1614	Reihe 2
13. Januar . .	15,7	+ 140	+ 123	+ 185	+ 120	+ 113	+ 111	
14. Januar . .	15,1	+ 52	+ 42	+ 77	+ 39	+ 33	+ 31	
15. Januar . .	14,7	+ 6	— 12	+ 7	— 16	— 19	— 23	
Mittel	15,2	+ 64	+ 48	+ 90	+ 45	+ 40	+ 37	Reihe 3
Mittel aus Reihe 1 und 3	15,2	+ 54	+ 42	+ 70	+ 40	+ 35	+ 34	Reihe 4
Reihe 2 weniger Reihe 4	12,3	1572	1578	1545	1577	1581	1580	
Abnahme der elektromotorischen Kraft in hunderttausendstel Volt für 1° Temperaturzunahme		128	129	126	128	129	129	

den horizontalen Reihen mitgetheilten Zahlen zeigen nur äusserst geringe Abweichungen von einander. Nur das Element Nr. 6 folgt, wie aus Tafel 6a zu ersehen, den Temperaturveränderungen nicht so schnell wie die übrigen Elemente,

scheint aber die gleichen Werthe wie diese nach einigen Tagen anzunehmen. Worauf diese Erscheinung beruht, ist zur Zeit nicht anzugeben. In Folge dieser guten Uebereinstimmung der Elemente bei verschiedenen Temperaturen ergeben sich in den einzelnen Tafeln auch nahezu dieselben Zahlen für die Abnahme der

Tafel 6b.

Tag der Beobachtung	Temperatur der H-Elemente in Grad	Elektromotorische Kraft von Element Nr. 72 bei 15°, vermindert um diejenige der H-Elemente in hunderttausendstel Volt					
		Nr. 18	Nr. 19	Nr. 20	Nr. 21	Nr. 22	
1891							
30. Dezember	15,7	+ 95	+ 69	+ 70	+ 97	+ 95	
31. Dezember	15,7	+ 106	+ 82	+ 80	+ 106	+ 106	
Mittel	15,7	+ 101	+ 76	+ 76	+ 102	+ 101	Reihe 1.
1892							
2. Januar	28,4	+ 1755	+ 1730	+ 1726	+ 1757	+ 1755	
3. Januar	27,9	+ 1679	+ 1648	+ 1650	+ 1677	+ 1675	
4. Januar	28,3	+ 1748	+ 1717	+ 1717	+ 1744	+ 1744	
Mittel	28,2	+ 1728	+ 1703	+ 1702	+ 1726	+ 1725	Reihe 2.
6. Januar	16,4	+ 165	+ 152	+ 152	+ 169	+ 175	
8. Januar	16,4	+ 163	+ 152	+ 150	+ 167	+ 165	
10. Januar	16,0	+ 116	+ 95	+ 95	+ 118	+ 118	
Mittel	16,3	+ 148	+ 133	+ 132	+ 151	+ 153	Reihe 3.
Mittel aus Reihe 1 und 2	16,0	+ 125	+ 105	+ 104	+ 127	+ 127	Reihe 4.
Reihe 4 weniger Reihe 2	12,2	1581	1576	1576	1577	1576	
Abnahme der elektromotorischen Kraft in hunderttausendstel Volt für 1° Temperaturzunahme		129	129	129	129	129	

Tafel 6c.

Tag der Beobachtung	Temperatur der H-Elemente in Grad	Elektromotorische Kraft von Element Nr. 72 bei 15°, vermindert um diejenige der H-Elemente in hunderttausendstel Volt						
		Nr. 2	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 12	Nr. 13	Nr. 14	
1892								
27. Januar . .	17,4	+ 335	+ 337	+ 326	+ 314	+ 322	+ 320	
28. Januar . .	14,9	+ 23	+ 27	+ 17	+ 9	+ 23	+ 21	
30. Januar . .	16,1	+ 150	+ 150	+ 154	+ 146	+ 160	+ 160	
Mittel	16,1	+ 169	+ 170	+ 166	+ 156	+ 168	+ 167	Reihe 1.
4. Februar . .	25,7	+ 1366	+ 1368	+ 1368	+ 1366	+ 1380	+ 1374	
5. Februar . .	26,0	+ 1408	+ 1408	+ 1410	+ 1412	+ 1420	+ 1416	
Mittel	25,8	+ 1387	+ 1388	+ 1389	+ 1388	+ 1400	+ 1395	Reihe 2.
Reihe 2 weniger Reihe 1	9,7	+ 1218	+ 1218	+ 1223	+ 1232	+ 1232	+ 1228	
Abnahme der elektromotorischen Kraft in hunderttausendstel Volt für 1° Temperaturzunahme		125	125	126	127	127	125	

elektromotorischen Kraft bei Zunahme der Temperatur um einen Grad; nur Element Nr. 6 zeigt in Folge der oben erwähnten Eigenschaft eine erheblichere Abweichung. Die Unterschiede der in den einzelnen Tafeln gefundenen Temperaturkoeffizienten von einander sind leicht durch die Veränderlichkeit dieser Koeffizienten mit der Temperatur zu erklären. Die gefundenen Zahlen lassen darauf schliessen, dass dieselben mit steigender Temperatur zunehmen und bestätigen somit die Beobachtungen von Lord Rayleigh. Um jedoch Bestimmtes hierüber aussagen zu können, müssen noch weitere Beobachtungen bei anderen Temperaturen angestellt werden.

Die gute Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Elementen wurde erhalten, trotzdem dieselben grosse Verschiedenheiten untereinander in der Art ihrer Zusammensetzung zeigen. Die Elemente Nr. 2, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 15 und 18 sind in der üblichen Weise mit reinen Chemikalien hergestellt. Bei den Elementen Nr. 13 und 14 sind beide Schenkel mit der Quecksilberoxydulsulfatpaste gefüllt; diese Elemente kommen also der ursprünglich von L. Clark[1]) angegebenen Form am nächsten. Derartige Elemente unterscheiden sich demnach weder im Betrage der elektromotorischen Kraft, noch in der Veränderlichkeit derselben mit der Temperatur von den Elementen, deren positive Elektrode allein mit der Paste in Berührung steht. Die Elemente Nr. 16 und 17 enthalten durch Eisenoxydulsulfat verunreinigte Zinksulfatlösung; in Nr. 19 und 20 enthält diese Lösung Magnesiumsulfat. Das Amalgam von Nr. 21 und 22 wurde längere Zeit in heissflüssigem Zustande mit Magnesium verrührt. Alle diese Verschiedenheiten in der Herstellung hatten keinen Einfluss auf die elektromotorische Kraft der Elemente und die Veränderlichkeit derselben mit der Temperatur.

Es erübrigt noch einiges über den absoluten Werth der elektromotorischen Kraft der Elemente mitzutheilen. Derselbe wurde mehrfach an Element Nr. 72, das man der ganzen Untersuchung als Hauptnormal zu Grunde legte, bestimmt. Es wurde auch hierbei ein Kompensationsverfahren benutzt, das ähnlich demjenigen ist, welches Lord Rayleigh[2]) seinen Messungen der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Elementes zu Grunde legte. Einen Widerstand aus Nickel-Mangan-Kupfer von nahezu 3 *Ohm* durchfloss ein Strom von solcher Stärke, dass ein an den Enden desselben anliegendes Element genau kompensirt war. Seine Stärke wurde vermittels eines in beliebig kleinen Abstufungen regulirbaren Widerstandes konstant gehalten und mit Hilfe zweier dem Widerstande vorgeschalteter Silbervoltameter gemessen. Die Dauer eines jeden Versuches betrug eine Stunde; die Stromstärke war etwa 0,5 *Ampere.* Eine genaue Beschreibung der Versuchsanordnung, sowie der einzelnen Messungen soll in einer späteren Veröffentlichung folgen. In Tafel 7 a. f. S. werden die Ergebnisse der einzelnen Versuche mitgetheilt.

Der Berechnung der elektromotorischen Kraft aus der niedergeschlagenen Silbermenge liegt die Annahme zu Grunde, dass 1 *Ohm* = 1,06 *S. E.*[3]) ist und ein Strom von 1 *Ampere* Stärke beim Durchfliessen einer Lösung von salpetersaurem Silber in der Stunde 4,025 *g* Silber niederschlägt. Um die bei verschiedenen Temperaturen gemessenen elektromotorischen Kräfte auf diejenige bei 15° zurückzuführen, ist vorläufig wiederum die Annahme gemacht, dass von 13 bis 17° die

---

[1]) *Phil. Trans. 164. S. 1. (1874.)*

[2]) *Phil. Trans. 175. S. 411. (1884.)*

[3]) Diese Definition gilt für das 1884 in Paris vereinbarte „legale Ohm", welches gemäss den von der Reichsanstalt am 24. Mai 1889 erlassenen Bestimmungen über die Prüfung elektrischer Messgeräthe vorläufig auch den diesseitigen Arbeiten zu Grunde gelegt wird.

Abnahme der elektromotorischen Kraft für einen Grad Temperaturzunahme 0,0010 *Volt* beträgt.

Tafel 7.

Tag der Beobachtung	Niedergeschlagene Silbermenge in Gramm			Temperatur des Elementes in Grad	Elektromotorische Kraft in Volt bei dieser Temperatur	Elektromotorische Kraft in Volt bei 15°
	Tiegel 1	Tiegel 2	Mittel			
1892						
4. Februar	1,9274	1,9272	1,9273	16,1	1,4365	1,4376
6. Februar	1,9289	1,9287	1,9288	16,0	1,4376	1,4386
9. Februar	1,9314	1,9311	1,9312	14,4	1,4392	1,4386
15. Februar	1,9302	1,9304	1,9303	14,2	1,4387	1,4379
26. Februar	1,9283	1,9280	1,9282	15,4	1,4371	1,4375
2. März	1,9277	1,9276	1,9277	15,6	1,4367	1,4373

Aus den verschiedenen für die elektromotorische Kraft von Element Nr. 72 gefundenen Werthen ergiebt sich als vorläufiges Mittel

1,4379 *Volt.*

Lord **Rayleigh** theilt als Mittel aus einer Reihe von Beobachtungen einen Werth mit, der in „legale Volt“ umgerechnet etwa

1,438 *Volt*

ergiebt. Die Uebereinstimmung zwischen den hier und von Lord **Rayleigh** gefundenen Werthen muss als zufriedenstellend bezeichnet werden.

Die elektromotorische Kraft der H-Elemente, bei welchen reine Chemikalien verwendet wurden, war nach den oben mitgetheilten Tafeln im Mittel um etwa 0,0002 *Volt* kleiner als die von Element Nr. 72; sie ist daher bei 15° zu

1,4377 *Volt*

zu setzen.

Hiermit dürfte das erschöpft sein, was zur Zeit über die hier hergestellten Elemente zu sagen ist. Die Untersuchungen müssen in demselben Umfange fortgesetzt werden, um ein Urtheil darüber zu gewinnen, ob vielleicht eine oder die andere Form der Elemente im Laufe der Zeit grössere Veränderungen der elektromotorischen Kraft aufweisen wird. Für den augenblicklichen Zustand der Elemente haben die Untersuchungen günstige Ergebnisse zur Folge gehabt.

Es muss jedoch vor der Ansicht gewarnt werden, dass man überall eine solche Uebereinstimmung erzielen kann. Die Schwierigkeit liegt, wie sich gezeigt hat, nicht in der Herstellung der Elemente; bei derselben wurde verhältnissmässig wenig Mühe verwendet und in einigen Fällen, ohne Schaden für die Elemente, die Materialien so gebraucht, wie sie überall leicht zu beziehen sind. Vor allem kommt es darauf an, dafür Sorge zu tragen, dass die Temperatur, der die Elemente ausgesetzt sind, keinen grösseren Schwankungen unterworfen ist. Nur durch Einrichtungen, welche während einer Messungsreihe eine Konstanz der Temperatur bis auf 0,1 oder 0,2° verbürgten und während mehrerer Tage Schwankungen von mehr als 1° ausschlossen, konnte erreicht werden, dass die Abweichungen zwischen den elektromotorischen Kräften der einzelnen Elemente innerhalb 0,0001 *Volt* konstant blieben. Für die Technik wird es jederzeit genügen, Spannung und Stromstärke auf 0,001 ihres Werthes zu bestimmen, und diese Genauigkeit wird man auch ohne grössere Hilfsmittel mit dem **Clark**'schen Elemente erreichen können, wenn es nicht zu plötzlichen und zu grossen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist.

Photometrische Untersuchungen.

Von
Dr. O. Lummer und Dr. E. Brodhun.
(Mittheilung aus der I. Abthlg. der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

V. Ueber ein neues Spektralphotometer.

Einleitung.

Das Spektralphotometer unterscheidet sich dadurch von einem gewöhnlichen Photometer, dass es nicht die Gesammtheit aller Strahlen zweier Lichtquellen mit einander vergleicht, sondern deren einzelne farbige Bestandtheile. Dazu zerlegt man die von den Lichtquellen ausgehenden Strahlen auf geeignete Weise in ihre farbigen Bestandtheile und vergleicht nun die rothen Strahlen der einen Lichtquelle mit den rothen der anderen, die gelben mit den gelben u. s. w. Gewöhnlich bedient man sich zur Zerlegung des weissen Lichtes eines Spektralapparates, dessen Fernrohr an Stelle des Fadenkreuzes einen veränderlichen Spalt, Okularspalt, trägt, welcher aus dem in seiner Ebene entstehenden Spektrum eine gewisse Strahlengattung ausschneidet. Die gleichfarbigen Bestandtheile beider Spektren müssen nun in einer für die Vergleichung geeigneten Weise neben einander fallen. Dies kann man z. B. wie Vierordt dadurch erreichen, dass man die obere Hälfte des Kollimatorspaltes mit einem totalreflektirenden Prisma bedeckt. Lässt man dann auf letzteres die Strahlen der einen Lichtquelle R, auf die untere freie Spalthälfte die Strahlen der anderen Lichtquelle D auffallen, so erhält man in der Okularspaltebene zwei genau übereinanderliegende Spektren, von denen das obere nur Licht von R, das untere nur Licht von D enthält. Im Okularspalt selbst entstehen also zwei gleichfarbige Felder von im Allgemeinen verschiedener Helligkeit, welche man durch das Okular vergrössert erblickt. Man bedarf nun weiter einer Vorrichtung, um die Helligkeiten der beiden Spektralfelder unabhängig von einander variiren zu können. Da die Helligkeit eines Spektrums ausser von der Intensität des auf den Spalt auffallenden Lichtes R oder D von der Weite des Kollimatorspaltes abhängt, so kann man dies durch eine Einrichtung erreichen, welche erlaubt, jede der beiden Hälften des Kollimatorspaltes für sich messbar zu erweitern oder zu verengern (Vierordt'scher Spalt). Die Weiten dieser beiden Spalten, bei denen im Fernrohr die Helligkeit der beiden Spektralfelder die gleiche ist, sind ein Maass für die Intensitäten der verglichenen Strahlensorten beider Lichtquellen. Aus dem Gesagten geht hervor, dass ein Spektralphotometer in drei Hauptbestandtheile zerfällt: in die Messvorrichtung, die Vorrichtung zur Zerlegung des weissen Lichtes in seine farbigen Bestandtheile und die photometrische Einrichtung.

Die verschiedenen Spektralphotometer unterscheiden sich von einander einestheils in Bezug auf die Messvorrichtung, anderntheils durch die Art und Weise, wie die beiden zu vergleichenden Felder zur scharfen Berührung gebracht werden. Bekanntlich wird das Schätzen der Helligkeit zweier Felder sehr erschwert, wenn dieselben durch einen Zwischenraum getrennt sind. Nur da, wo die beiden Felder so scharf zusammenstossen, dass im Moment der Gleichheit die Trennungslinie verschwindet, wird die Empfindlichkeit des Auges gegen Helligkeitsunterschiede voll ausgenutzt (s. unsere *Photom. Unters. I, diese Zeitschr. 1889 S. 41*). Dass beim Vierordt'schen Spektralphotometer die Bilder der beiden Spalthälften wegen des vor der oberen Spalthälfte stehenden totalreflektirenden Prismas sich nicht berühren können, ist ohne Weiteres ersichtlich. Aber auch bei den anderen uns

bekannten Spektralphotometern hängt das Verschwinden der Trennungslinie mehr oder weniger vom Zufall ab. Ferner gestattet keins derselben statt der Einstellung auf gleiche Helligkeit zweier Felder das Kontrastprinzip anzuwenden, welches nach unseren Versuchen (s. *Photom. Untersuchungen II. Diese Zeitschr. 1889. S. 461*) bei weitem empfindlicher ist. Es entstand somit die Frage, ob nicht auch das Kontrastprinzip der Spektralphotometrie dienlich gemacht werden konnte, zumal es sich besonders bei gleicher Färbung der Lichtquellen bewährt hatte. Wir versuchten daher, unsern aus zwei rechtwinkligen Glasprismen bestehenden optischen Würfel der Konstruktion eines Spektralphotometers zu Grunde zu legen. Gelang es, die Grenzen der Würfelfelder auch im spektralen Strahlengang zum Verschwinden zu bringen, so stand der Anwendung des Kontrastprinzips nichts im Wege.

Ehe wir auf diese Frage eingehen, wollen wir noch kurz erwähnen, dass wir auch statt der bisherigen Messvorrichtungen eine beim Spektralphotometer bisher noch nicht gebrauchte Messmethode verwerthen. Es kommen unseres Wissens überhaupt nur drei Messungsarten in Betracht: Die verbesserte Vierordt'sche mittels eines bilateralen Spaltes, dann diejenige mittels Nikol'scher Prismen (Glan, Glazebrook, Crova, Hüfner, Wild, König) und die neuerdings von Kundt und Stenger eingeführte Methode, das Objektiv des Kollimators sektorenartig in messbarer Weise abzublenden. Bei unserem Apparate sind die bilateralen Spalte beibehalten; ausserdem aber erlaubt ein geeigneter Rotationsapparat das auf den Kollimatorspalt auffallende Licht zu schwächen, ohne die Spaltweite zu ändern. Das von Talbot zuerst gebrauchte Messprinzip beruht auf der schnellen Rotation eines sektorförmigen Ausschnitts zwischen Lichtquelle und Spalt. In der von uns konstruirten Form kann die Grösse des Ausschnitts, also auch die Lichtschwächung während der Rotation durch blosses Drehen einer Schraube beliebig und zwar messbar geändert werden. Die ausführliche Beschreibung dieses Messapparates behalten wir uns für eine spätere Mittheilung vor.

Bei dem Zweck, unsern optischen Prismenwürfel für ein Spektralphotometer zu verwerthen, war es nicht schwer, von vorn herein die möglichen Formen für die Konstruktion anzugeben; die eigentliche Schwierigkeit lag in der Bedingung, die Grenzen der Würfelfelder zum Verschwinden zu bringen. Bei der schliesslichen Ausführung unseres Spektralphotometers wählten wir daher diejenige Form, mittels der man nach den Vorversuchen glaubte, alle Anforderungen am bequemsten und leichtesten erfüllen zu können. Um die Anordnung der einzelnen Theile des Instrumentes kennen zu lehren, schicken wir die Beschreibung desselben voraus.

Beschreibung des Apparates.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht des ganzen von Schmidt & Haensch in Berlin ausgeführten Instrumentes in $1/6$ der wirklichen Grösse, Fig. 2 einen Schnitt durch die optischen Axen der drei Rohre *F*, *D* und *R*, welche in einer horizontalen Ebene liegen mögen. Dabei liegen Prisma *P* und Fernrohr *F* anders als in Fig. 1 und zwar in der Lage, in welcher sie gewöhnlich gebraucht werden. Denkt man sich in Fig. 1 die beiden Säulen *N* und *C* mit ihrem Zubehör fort, so bilden die übrigen Theile ein gewöhnliches Spektrometer ohne Theilkreis. Auf dem gusseisernen Fussgestell *G* mit den drei Stellschrauben *y* ist die winkelförmige Grundplatte mit den Schenkeln *p* und *q* fest aufgeschraubt; auf dieser erhebt sich in der Mitte des Gestells *G* ein starker Zapfen aus Stahl, welcher aussen konisch abgedreht ist und zwei übereinander liegende, um seine Axe

drehbare Buchsen trägt. An der unteren Buchse ist auf der einen Seite der das Fernrohr *F* haltende Metallarm *A* und auf der entgegengesetzten das Gegengewicht *K* befestigt. Beide Buchsen können mittels zweier Schrauben (in Fig. 1 ist davon nur die Schraube *s* der oberen Buchse sichtbar) mit dem Zapfen fest verbunden werden; von ihnen ist die untere in bekannter Weise durch die ringförmige Platte *u* entlastet, während die obere auf dem Ende des Zapfens auflagert. Zur Feinverschiebung des Fernrohrs dient die Mikrometervorrichtung *M*. Die obere Buchse trägt das Prismentischchen *T*; dasselbe besteht aus drei kreisrunden konzentrischen Platten, deren oberste mittels einer Schraube um eine in ihr liegende Axe gedreht werden kann, während eine zweite Schraube die beiden obersten Platten gemeinsam um eine zu der ersten senkrechte Axe neigt, welche

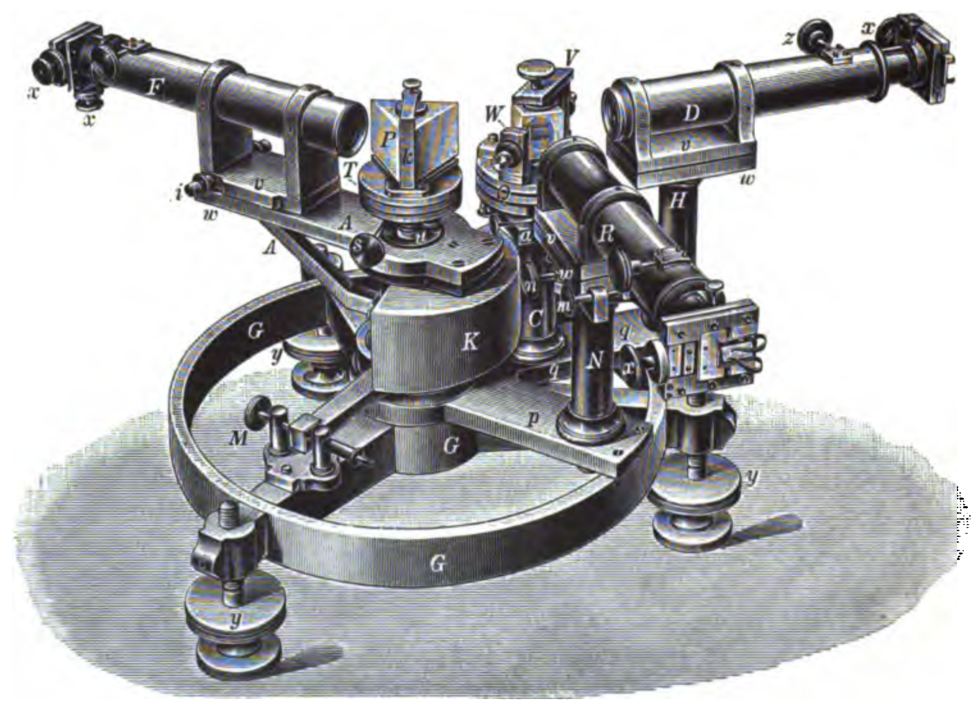


Fig. 1.

in der mittleren Platte liegt. Die beiden Schrauben bewegen sich in der mit der Tischchenbuchse fest verbundenen untersten der drei Platten. Auf der obersten sitzt noch eine Klammer *k*, mit welcher man das Prisma *P* auf dem Tischchen *T* festklemmen kann.

Das Kollimatorrohr *D* wird von der Säule *H* getragen, welche in den Schenkel *q* der Grundplatte fest eingeschraubt ist. Das Fernrohr *F* und das Spaltrohr *D* sind auf der oberen je zweier Platten *v* und *w* gelagert. Von diesen lässt sich die obere *v* mittels zweier Schrauben um eine horizontale zum Rohr senkrechte Axe gegen die untere Platte *w* neigen. Ausserdem kann das Fernrohr gegen die obere Platte *v* durch die Schrauben *i* ein wenig um eine vertikale Axe gedreht werden. Beim Fernrohr *F* wird die Platte *w* vom Ende des Armes *A* gebildet.

Zu diesem eigentlichen Spektrometer kommen zwei Bestandtheile neu hinzu, nämlich ein zweites Spaltrohr *R* und der Glaswürfel *W*. Das erstere wird von der Säule *N* getragen, welche auf dem Stück *p* der winkelförmigen

Grundplatte befestigt ist. Die beiden Spaltrohre sind fast vollständig in gleicher Weise gebaut. Sie unterscheiden sich nur dadurch, dass sich das Rohr *R* mitsammt den beiden Platten *v* und *w* um die Axe der Säule *N* drehen lässt. Ausserdem ist nach der Festklemmung, welche durch die Schraube *n* geschieht, noch eine Feinverschiebung mittels der Mikrometerschraube *m* möglich. Beim Gebrauch steht das Rohr *R* senkrecht auf der Axe des Rohres *D* (Fig. 2).

Das Fernrohr trägt an Stelle des Fadenkreuzes eine Spaltvorrichtung. Dieselbe besteht aus zwei rechtwinklig sich kreuzenden Spalten, deren Weite durch die Schrauben *x* verändert werden kann. Die ganze Vorrichtung lässt sich um die Rohraxe drehen. Sämmtliche Spalte, auch die an den Rohren *R* und *D* sind bilateral verschiebbar; ihre Breite kann durch Trommelablesung bestimmt werden. Mit Hilfe der Schrauben *z* stellt man die Rohre auf unendlich ein. An jedem Rohrauszug befindet sich eine Millimetertheilung.

Der Hauptbestandtheil des ganzen Instrumentes ist der Glaswürfel *W*. Derselbe besteht aus zwei rechtwinkligen gleichschenkligen Glasprismen, welche so an einander gelegt sind, dass sie einen genauen Kubus bilden. Zum Zusammenpressen der beiden Prismen, bezw. zum Halten des Würfels dient der Rahmen *V* (in Fig. 1 theilweise abgebrochen), welcher mittels Bajonnetverschlusses auf das Tischchen *Q* aufgesetzt werden kann. Letzteres ist ebenso wie das Tischchen *T* eingerichtet, gewährt aber durch eine doppelte Schlittenvorrichtung noch die Möglichkeit, den Glaswürfel mitsammt den drei ihn tragenden Platten in der Richtung des Rohres *D* wie in derjenigen des Rohres *R* zu verschieben. Ausserdem ist eine kleine Drehung der ganzen Vorrichtung um eine vertikale Axe vorgesehen.

Justirung des Apparates.

Bei der Justirung des Apparates geht man aus von dem Prisma *P* und den beiden Rohren *F* und *D* und behandelt diese drei Theile für sich wie ein Spektrometer. Bevor man den Würfel *W* aufsetzt, stellt man die beiden Rohre etwa mit Hilfe eines Gauss'schen Okulars auf unendlich und richtet das Prisma so, dass seine brechende Kante der Umdrehungsaxe des Fernrohrs parallel ist, stellt die Axen der Rohre zur Prismenkante senkrecht und den Spalt von *D* sowie den einen Okularspalt zur Prismenkante parallel. Zur Orientirung des Würfels *W* entfernt man das Prisma *P*, bringt den Okularspalt zur genauen Deckung mit dem Bild des Spaltes von *D*, setzt den Würfel auf und justirt denselben so, dass seine vordere Fläche zur gemeinsamen Axe von *D* und *F* senkrecht steht. Dies geschieht mit Hilfe des Gauss'schen Okulars nach Abblendung des Kollimators *D*. Sind die Prismen gut gearbeitet und so an einander gefügt, dass sie einen genauen Kubus bilden, so fallen mit dem an der vorderen Fläche des Würfels erzeugten Spiegelbilde auch diejenigen Spiegelbilder zusammen, welche die hintere und die dem Rohre *R* zugewandte Fläche erzeugen. In solchem Falle wird dann das durch den Glaswürfel *W* hindurch betrachtete Spaltbild von *D* im Fernrohr deutlich und an demselben Orte gesehen wie ohne Dazwischenkunft des Würfels.

Jetzt dreht man nach Lösen der Schraube *n* in Fig. 1 das Rohr *R* aus der in Fig. 1 und 2 sichtbaren Stellung und richtet seine Rohraxe direkt gegen die Umdrehungsaxe des Fernrohrs. Hierdurch ist man im Stande, das Fernrohr auch auf das Spaltrohr *R* einzustellen und letzteres zu justiren. Es ist justirt, wenn das im Fernrohr direkt gesehene Bild seines Spaltes deutlich und parallel zum Okularspalt gelegen erscheint. Dann liegen alle drei Rohraxen von *F*, *D* und *R*

in einer zur Prismenkante senkrechten Ebene. Sie bleiben es bei beliebiger Drehung von *F* und *R*, falls die Axe der Säule *N*, um welche sich *R* dreht, parallel der Umdrehungsaxe von *F* ist; letztere Bedingung ist vom Mechaniker zu erfüllen.

Hierauf dreht man das Rohr *R* in seine ursprüngliche Lage zurück und stellt das Fernrohr wieder auf den Spalt des Rohres *D* ein. Indem man jetzt den Würfel *W* um die gemeinsame Axe von *F* und *D* und das Spaltrohr *R* mittels der Mikrometerschraube *m* um die Axe der Säule *N* dreht, bewirkt man, dass das an der Hypotenusenfläche *p s* gespiegelte Spaltbild von *R* mit dem Spaltbild von *D* bezw. dem Okularspalt zusammenfällt. Hierdurch ist erreicht, dass die Rohraxe von *R* senkrecht zur Rohraxe von *D* und zur Würfelfläche steht.

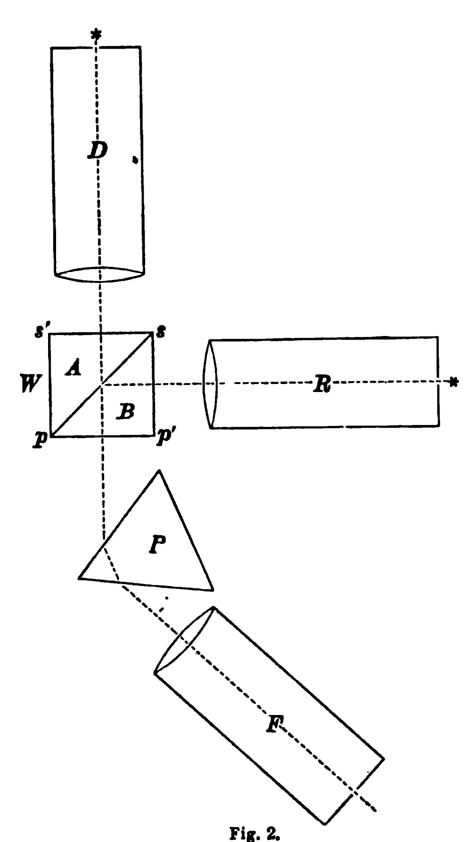


Fig. 2.

Sind die Umdrehungsaxen von *F* und *R* nicht vollkommen parallel, so bildet die Richtung des Spaltbildes von *R* einen Winkel mit derjenigen des Spaltbildes von *D* bezw. dem Okularspalte von *F*.

Um den Apparat gebrauchsbereit zu machen, setzt man das Prisma *P* wieder auf, dreht die Prismenbuchse sammt dem Prisma bis die durchgehenden Strahlen ein Minimum der Ablenkung erleiden und folgt mit dem Fernrohr nach, als ob man das Spektrum beobachten wollte. Von der Richtigkeit der Justirung überzeugt man sich, indem man das entstandene Spektrum bei breitem Okularspalt beobachtet und abwechselnd *R* und *D* abblendet. Es darf sich hierbei die Lage des Spektrums nicht ändern. Noch genauer prüft man die Justirung, indem man gleichzeitig beide Kollimatorspalte mit Natriumlicht oder wenn möglich mittels einer Wasserstoffröhre erleuchtet. Die Justirung ist richtig, wenn sich die gelben, bezw. gleichfarbigen Spaltbilder der gleichweiten Spalte decken.

Gebrauch des Apparates.

Man ersetzt das homogene Licht durch die zu vergleichenden weissen Lichtquellen, etwa von hinten beleuchtete Milchglasplatten, entfernt das Okular des Fernrohrs und bringt das Auge direkt an den Okularspalt, welchem man in horizontaler wie in vertikaler Richtung eine geeignete Breite gegeben hat. Das Auge erblickt dann die ganze Hypotenusenfläche des Würfels *W* in einer und derselben Farbe erleuchtet, gleichviel welche Stellen dieser Fläche reflektirend oder durchsichtig sind. Dreht man das Rohr *F* mittels der Mikrometervorrichtung *M* (Fig. 1), so ändert sich die Färbung der Würfelfelder; dieselbe durchläuft alle Spektralfarben von Roth zum Violett oder umgekehrt, je nachdem die Schraube *M* in der einen oder anderen Richtung gedreht wird.

Um die Ränder der einzelnen Würfelfelder deutlich zu erkennen, stellt man das Auge mit Hilfe des Fernrohrobjektivs als Lupe möglichst scharf auf die Hypotenusenfläche des Würfels, eventuell unter Benutzung eines geeigneten Augenglases ein. Aus der gleichen Helligkeit der reflektirenden und durchsichtigen Würfelfelder schliesst man auf das Intensitätsverhältniss der farbigen Bestandtheile der Lichtquellen vor den Spalten. Indem man diese Einstellung bei verschiedener Stellung des Rohres *F* wiederholt und auf eine geeignete Weise die Farbe bestimmt, bei welcher beobachtet wurde, erhält man das Intensitätsverhältniss der beiden Lichtquellen für jede Spektralfarbe.

Genauigkeit der Einstellung.

Um bei der Vergleichung der Helligkeit zweier Felder die Empfindlichkeit des Auges gegen Helligkeitsunterschiede voll auszunutzen, muss, wie schon anfangs erwähnt, die Grenzlinie zwischen den Feldern möglichst scharf sein und im Moment der Einstellung verschwinden.

Was die Schärfe der Kontur eines Würfelfeldes betrifft, so hängt dieselbe hier nicht allein von der Güte der mechanischen Ausführung ab; bei der früher ausführlich beschriebenen Beschaffenheit des Glaswürfels *W* stossen die verschiedenen spiegelnden und durchsichtigen Felder mit absolut scharfen Rändern zusammen. Indem man diese Felder aber durch das Prisma *P* hierdurch betrachtet, wird die Schärfe der Ränder in Folge der astigmatischen Brechung im Prisma stets vermindert. Nur wenn die abbildenden Strahlenkegel eng genug sind und symmetrisch nahe der brechenden Kante das Prisma durchsetzen, bleibt deren Homozentrizität auch nach der Brechung nahe erhalten. In der That erblickt man bei Beachtung dieser Vorsichtsmaassregel alle Grenzlinien scharf und deutlich, welches auch deren Gestalt ist, falls man nur dafür sorgt, dass möglichst homogenes Licht ins Auge gelangt. Dies erreicht man am besten, indem man die Kollimatorspalte mit homogenem Natriumlichte beleuchtet.

Bei Beleuchtung der Spalte mit weissem Lichte schneidet der Okularspalt eine schmale Stelle aus dem Spektrum aus; die ins Auge gelangenden Strahlen sind also im Allgemeinen nicht homogen. Ist doch das Spektrum nur eine Reihe von Spaltbildern, entsprechend den verschiedenen vom Spalt ausgehenden Lichtsorten. Das weisse Licht sendet deren unendlich viele aus; jeder einzelnen entspricht ein Spaltbild, aus deren Uebereinander- bezw. Nebeneinanderlagerung das Spektrum entsteht. Letzteres ist also um so reiner, je enger der Kollimatorspalt gemacht wird. Aber selbst bei sehr engem Kollimatorspalt ist das durch den Okularspalt ins Auge gelangende Licht noch von verschiedener Färbung, sodass man erst durch genügende Verengerung des Okularspaltes das erreicht, was man bei homogener Spaltbeleuchtung ohne Weiteres erhält. Macht man die Kollimatorspalte und den Okularspalt genügend eng, so müssten auch bei Anwendung weissen Lichtes die Grenzlinien der Würfelfelder scharf erscheinen, welches auch deren Richtung und Gestalt ist. Der Verwirklichung dieses Experimentes stehen zwei Hindernisse im Wege. Erstens nimmt die Helligkeit des Sehfeldes ab, sowohl wenn der Kollimatorspalt, als auch wenn der Okularspalt enger gemacht wird. Zweitens treten bei zu engem Okularspalt Beugungserscheinungen auf, welche bewirken, dass die Grenzlinien verschwommen und undeutlich erscheinen. Man ist also gezwungen, mit Spalten von endlicher Oeffnung zu beobachten, d. h. in nicht homogenem Licht, also in Mischfarbenlicht. In solchem Lichte erscheint aber dem

beobachtenden Auge die Grenzlinie nur dann scharf und deutlich, wenn deren Richtung horizontal bezw. senkrecht zur brechenden Kante des Prismas verläuft. Bei jeder anderen Richtung wird die Grenzlinie verwaschen gesehen und zwar begleitet von einem farbigen Saume.

Der Grund für diese Erscheinung liegt in der Thatsache, dass das Bild eines Würfelfeldes an ganz verschiedener Stelle gesehen wird, je nachdem man das Würfelfeld bezw. den Spalt des beleuchtenden Kollimators mit Natrium- oder Lithiumleucht erleuchtet, wenn man dafür sorgt, dass das austretende Licht stets durch den feststehenden Okularspalt gelangt. Dabei erscheint in beiden Fällen das ganze Würfelfeld deutlich umgrenzt, das gelbe Bild liegt aber näher der Prismenkante als das rothe, so zwar, dass die horizontalen Grenzlinien in sich, die vertikalen parallel zu sich verschoben erscheinen. Dringt also gleichzeitig gelbes und rothes Licht ins Auge, so erscheint das Würfelfeld doppelt; da wo sich beide Bilder decken, tritt die Mischfarbe von Roth und Gelb auf, da wo die einzelnen Bilder sichtbar sind, ist ihre Färbung roth oder gelb. Bei Anwendung weissen Lichtes entstehen soviel einzelne Bilder, als verschiedenfarbige Lichtsorten ins Auge gelangen. Alle diese Bilder überlagern sich nach der oben angegebenen Regel und erzeugen ein Gesammtbild, dessen nicht horizontale Ränder um so verschwommener und mit um so breiteren farbigen Säumen erscheinen, je grösser die Färbungsdifferenz der wirksamen Strahlen ist. Diese Differenz ist wesentlich abhängig von der Breite des Kollimatorspaltes.

Das Resultat ergiebt also als wesentliche Bedingung, dass bei unserem Spektralphotometer die zu vergleichenden Würfelfelder in einer horizontalen, d. h. auf der Prismenkante senkrechten Grenzlinie zusammenstossen müssen. Denn nur die horizontalen Grenzlinien erscheinen bei jeder Spaltbreite scharf und verschwinden in dem Falle, dass die zusammenstossenden reflektirenden und durchsichtigen Felder gleich hell sind.

Hiermit sind alle Bedingungen erfüllt, um auch das Kontrastprinzip erfolgreich als photometrisches Kriterium anzuwenden. Dazu theilt man die Hypotenusenfläche $qmhg$ (Fig. 3) des Prismas A (Fig. 2) in die Felder r_1, r_2, d_1 und d_2, sodass im Würfel die Felder r spiegeln, die Felder d durchsichtig sind. Die Trennungslinien zwischen r und d sind einander parallel und stehen senkrecht zu den Kanten qg und mh des Prismas A und somit nach der Justirung des Würfels senkrecht zur Prismenkante von P. Bei gleicher Helligkeit der Felder r und d erscheint die Hypotenusenfläche wie eine gleichmässig leuchtende Fläche; von den Trennungslinien ist selbst bei grosser Helligkeit kaum eine Spur wahrzunehmen. Bringt man aber an den Würfelflächen ss' und sp' (Fig. 2), welche dem Rohre D und R zugewandt sind, in der von uns früher beschriebenen Weise[1]) je zwei planparallele und schlierenfreie Glasplatten an, so bewirkt man, dass einerseits die Grenze ps zwischen den gleichhellen mittleren Feldern r_2 und d_2 verschwindet und andrerseits die beiden Felder r_1 und d_1 um den gleichen Betrag gegenüber r_2 und d_2 kontrastiren.

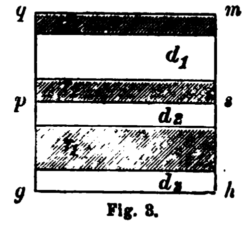


Fig. 3.

Wie viel schwieriger die Herstellung eines reinen Gleichheits- und Kontrastprinzips mittels unseres Würfels im spektralen Strahlengang ist, im Vergleich

[1]) *Photom. Untersuchungen II* und *IV*, *diese Zeitschr. 1889 S. 461* und *1892 S. 41.*

zur Benutzung diffusen Lichtes, wie es bei unseren gewöhnlichen Photometern gebraucht wird, erhellt aus der Thatsache, dass die Kontrast-Glasplatten planparallel und schlierenfrei sein müssen. Jede Schliere macht sich störend bemerkbar, sei es, dass sie in den Glasplatten oder im Würfel selbst auftritt. Sind die Glasplatten aber an verschiedenen Stellen ungleich dick, so ist die Wirkung die gleiche, als ob für die einzelnen Punkte der verschiedenen Würfelfelder die Spalte der Rohre *B* bezw. *D* eine von einander verschiedene Stellung hätten. Das Gesichtsfeld wird also ungleichmässig gefärbt erscheinen, und die Bedingungen für eine genaue photometrische Messung werden nur annähernd erfüllt sein. Da wir noch nicht im Besitz einwurfsfreier Glasplatten sind, geben wir heute nur die Resultate wieder, welche mittels Einstellung auf gleiche Helligkeit bezw. Verschwinden der Grenzlinie gewonnen sind. Um die genügende Helligkeit des Gesichtsfeldes zu erhalten, wurden die Milchglasplatten vor den Spaltrohren durch Glühlampen von etwa 50 Hefnerlichtern erhellt, welche mittels Akkumulatoren gespeist wurden. Bei einer Reihe von 20 Einstellungen beträgt die grösste Abweichung vom Mittel etwa 1 %, der mittlere Fehler einer Einstellung aber unter 0,5 %.

Nach den bei unseren gewöhnlichen Photometern gemachten Erfahrungen steigt bei Anwendung des Kontrastprinzips die Empfindlichkeit auf das Doppelte, so dass das beschriebene Spektralphotometer unseren gewöhnlichen Photometern an Genauigkeit nicht nachsteht.

Ellipsograph.

Von
Franz Schromm, Professor an der Wiedner Oberrealschule in Wien.

Die Konstruktion dieses Apparates beruht auf dem Lehrsatze: „Bewegt sich eine Strecke mit ihren Endpunkten längs zweier nicht paralleler Geraden, so beschreibt jeder Punkt, der mit der Strecke zu einem starren System verbunden wird und in einer Ebene parallel zu den beiden Leitlinien verbleibt, eine Ellipse.“

Bisher wurden bei dieser Konstruktion Schienenführungen angewendet, welche eine verhältnissmässig grosse Reibung verursachen und hiermit sowohl die Präzision als auch die Handhabung des Apparates sehr beeinträchtigen. Herr E. Ritter von Arbter, k. u. k. Generalmajor, hat daher bei der Konstruktion seines Ellipsographen eine dieser Schienenführungen durch eine Kreisführung ersetzt, indem der Halbirungspunkt der fortgleitenden Strecke längs zweier senkrecht zu einander stehenden Leitlinien einen Kreis beschreibt, dessen Ebene parallel zu diesen zwei Leitlinien ist. Projizirt man sowohl die fortgleitende Strecke als auch beide Leitlinien auf die Ebene dieses Kreises, so ist der Schnittpunkt der Projektionen beider Leitlinien der Mittelpunkt, und die Projektion der fortgleitenden Strecke gleich dem Durchmesser des Kreises. An diesem Apparate gleitet also ein nach Millimetern getheilter Stab mit einem Punkte längs einer Schienenführung und ein zweiter Punkt desselben wird durch eine um einen fixen Punkt der geradlinigen Führung drehbare Kurbel in der Peripherie eines Kreises geführt, dessen Halbmesser gleich der Entfernung obiger zwei Punkte am getheilten Stabe ist.

Bei der Konstruktion der Ellipse ergeben sich aber an den beiden Endpunkten einer Axe todte Punkte, durch welche die Präzision der Kurve etwas leidet. Hingegen ist dieser Apparat für die Konstruktion der *Pleuel*-Kurven be-

sonders geeignet. (Eine Abhandlung über diese Kurven ist im *34. Jahresberichte der Wiedner Oberrealschule in Wien, 1889*, enthalten.)

An vorliegendem Ellipsographen werden die geradlinigen Führungen durch Anwendung des Peaucellier'schen Mechanismus ausgeführt.

Vier gleich lange Stäbe sind an ihren Enden durch Gelenke, um die sie sich sehr leicht drehn, zu einem Rhombus $ABCM$ verbunden; an zwei diagonal gegenüberliegenden Ecken A und C desselben sind vom Punkte F aus zwei gleich lange bewegliche Stäbe befestigt. Der Punkt F, der als Scheitel bezeichnet wird, liegt alsdann auf der Verbindungslinie der beiden Punkte B und M, der sogenannten Pole; setzt man ferner $BF = \rho_1$ und $MF = \rho$, $AF = CF = l$ und bezeichnet man die Länge einer Seite des Rhombus mit s, so lässt sich leicht zeigen, dass zwischen diesen vier Grössen die Relation $\rho \rho_1 = l^2 - s^2$ besteht, das Produkt der Längen der beiden Radien ρ und ρ_1 ist gleich einer Konstanten, die Sylvester als Modul des Systems bezeichnet. Beschreibt daher, wenn man sich den Scheitel des Mechanismus F festhält, der Pol B irgend eine Kurve, so wird der Pol M ihre Inverse in Bezug auf F beschreiben, der Apparat verwirklicht also die sogenannte Transformation durch reziproke Radien. Setzt man den Pol B durch einen Stab BE mit einem festen Punkte E in Verbindung und lässt B um E einen Kreis beschreiben, so wird, da die Inverse eines Kreises wieder ein Kreis ist, auch der Pol M einen Kreis beschreiben. (Näheres hierüber in der Dissertation: „*Ueber die Erzeugung von Kurven vierter Ordnung durch Bewegungsmechanismus*" von Fr. Dingeldey, Leipzig 1885.")

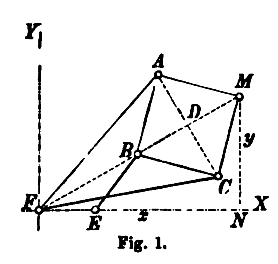
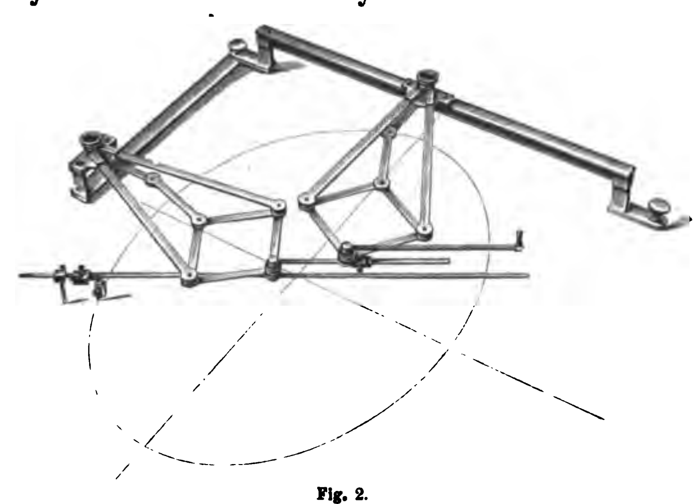


Fig. 1.


Fig. 2.

Setzt man schliesslich $FE = d$ und $BE = r$, so lautet die Gleichung des vom Punkte M beschriebenen Kreises, bezogen auf das rechtwinklige Axensystem YFX:

$$(r^2 - d^2)(x^2 + y^2) + 2\,d\,x\,(l^2 - s^2) = (l^2 - s^2)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1),$$

oder:

$$\left(x + d\,\frac{l^2 - s^2}{r^2 - d^2}\right)^2 + y^2 = \left(\frac{l^2 - s^2}{r^2 - d^2}\,r\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2).$$

In dem speziellen Falle $r = d$ geht die Gleichung des Kreises in die Gleichung einer Geraden über:

$$x = \frac{l^2 - s^2}{2\,d} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3).$$

Bei der Herstellung dieses Mechanismus bereitet die Gleichheit der Strecken AB, BC, CM und AM, ebenso jene der Strecken AF und CF an der Drehbank keine Schwierigkeiten. Es kommt also nur darauf an, auch die Gleichheit

der Strecken BE und EF zu erreichen. Aber selbst wenn diese zwei Dimensionen um $^1/_{100}$ ihrer Länge von einander verschieden wären, so weicht der vom Punkte M beschriebene Kreisbogen wenig von der Geraden ab. Nimmt man für $d = r = s = 100\,mm$ und $l = 272\,mm$ an, und würden d und r um $1\,mm$ von einander verschieden sein, so würden die Radien der vom Punkte M beschriebenen Kreisbögen $31{,}84\,m$ oder $32{,}16\,m$ sein, je nachdem $r \gtrless d$ wäre. Der höchste und der tiefste Punkt hätte dann von der Tangente im Halbirungspunkte des Bogens eine Abweichung um $0{,}5\,mm$, was selbst für eine Ellipse mit den Axen von 60 und 90 *cm* von keinem merkbaren Einflusse sein kann.

Am 12. Dezember 1891 ist ein Ellipsograph im Nieder-Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereine ausgestellt worden, bei welchem der Peaucellier'sche Mechanismus für die Gradführungen angebracht war. Es wurde mit diesem Instrumente (Fig. 2) eine Ellipse mit den Axenlängen von 40 und 60 *cm* sofort mit der Reissfeder am quadrirten Millimeterpapiere gezogen, und es zeigten die berechneten Ordinaten von 44 Punkten der Ellipse, verglichen mit jenen am Millimeterpapiere abgelesenen nahezu eine vollständige Uebereinstimmung, da selbst kleine Bruchtheile eines Millimeters noch übereinstimmten.

Bei diesem Apparate sind nun die beiden Gradführungen so übereinander angeordnet, dass sich die Pole, welche die senkrecht zu einander stehenden Leitlinien beschreiben, in Ebenen parallel zur Zeichnungsfläche bewegen. Beide Pole sind durch einen verschiebbaren Maassstab verbunden, an welchem entweder die Summe oder die Differenz der Halbaxen der zu beschreibenden Ellipse einzustellen ist. Unterhalb beider Gradführungen ist noch ein paralleler Maassstab angebracht, der sich mit dem vorigen in einer Ebene senkrecht zur Zeichnungsfläche befindet.

An diesem Maassstabe wird entweder eine der Halbaxen, oder in anderem Falle die halbe kleine Axe mit dem beschreibenden Stifte (oder Reissfeder) eingestellt. Die Reissfeder besitzt die Konstruktion eines Nullenzirkels, und der Bleistift wird durch eine Spiralfeder zur Zeichnungsfläche gedrückt. Werden beide Pole über einander gestellt, dann kommt der beschreibende Stift über den Mittelpunkt der darzustellenden Ellipse zu stehen und die Richtung einer Axe ist durch eine am Apparate angebrachte Marke angegeben.

Referate.

Zur Messung der magnetischen Inklination.

Von C. L. Weber. *Sitzungsber. der math.-phys. Klasse der k. b. Akademie der Wiss. 1891. Heft 1.*

Der Verfasser beschreibt eine Methode der Inklinationsbestimmung, die ihrer Einfachheit wegen grosse Beachtung verdient. Der Grundgedanke derselben ist folgender:

Ein um einen horizontalen Durchmesser als Axe (Schneide) leicht beweglicher Stromkreis wird durch Verschiebung des Schwerpunktes in eine solche Lage gebracht, dass seine Axe mit dem Horizont einen Winkel γ einschliesst, der etwas grösser ist als die zu beobachtende Inklination. Bringt man die Schwingungsebene dieses Stromkreises in die zum magnetischen Meridian senkrechte Lage und leitet einen Strom in solcher Richtung durch, dass das nach abwärts zeigende Ende der Axe ein Nordpol wird, so entsteht ein Drehungsmoment von der Grösse:

$$V f i \cos\gamma,$$

wenn V die Vertikalintensität, f die Windungsfläche, i die Stromstärke und γ den erwähnten Neigungswinkel bezeichnet.

Dreht man den Stromkreis um eine vertikale Axe, bis seine Schwingungsebene in den magnetischen Meridian zu liegen kommt, und das Nordende der magnetischen Axe nach Norden gekehrt ist, so tritt zu dem früheren Drehungsmomente noch das von der Horizontalintensität herrührende hinzu, das durch den Ausdruck

$$-H f i \sin\gamma$$

gegeben ist.

In einer Zwischenlage, welche vom magnetischen Meridian um den Winkel a abweicht, ist somit das Drehungsmoment:

$$R = V f i \cos\gamma - H f i \sin\gamma \cos a.$$

Hat man $\gamma > J$ gewählt, so ist auch

$$V f i \cos\gamma < H f i \sin\gamma\ ^{1)}.$$

Dann kann aber immer ein Werth von a ermittelt werden, dass $H f i \sin\gamma \cos a = V f i \cos\gamma$ wird, oder also, dass $R = o$ wird. In diesem Azimut wird beim Durchgange des Stromes durch den Stromkreis kein Drehungsmoment vorhanden sein; der ohne Strom in einer bestimmten Ruhelage befindliche Stromkreis wird beim Schliessen des Stromes keinen Ausschlag zeigen. Dann ist also:

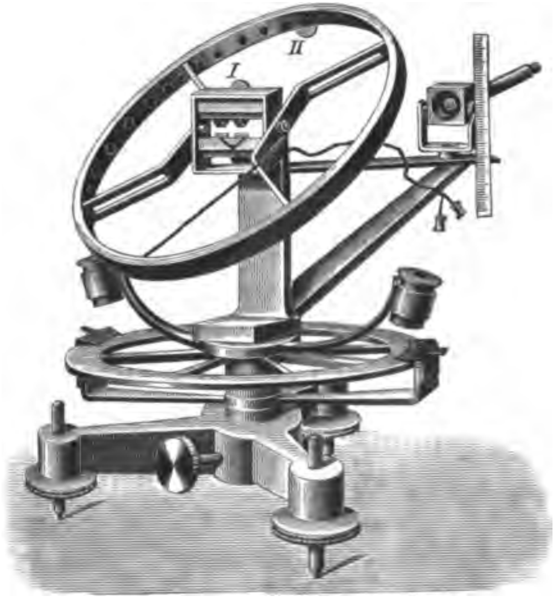
$$R = V f i \cos\gamma - H f i \sin\gamma \cos a = o,$$

woraus folgt:

$$\frac{V}{H} = \operatorname{tang} J = \operatorname{tang}\gamma \cos a.$$

Um die Inklination J zu erhalten, hat man daher nur die beiden Winkel γ und a zu messen.

Um die angeführte Methode durch Versuche zu erproben, bediente sich Herr **Weber** eines improvisirten Instrumentes, welches er aus der bei seinen früheren Versuchen[2]) benutzten Waage durch Entfernung des Waagebalkens und Zufügung eines Horizontalkreises herstellen liess. Die wesentlichsten Bestandtheile dieses Instrumentes sind folgende. In dem Dreifusse ist in einem konischen Zapfenlager eine vertikale Säule drehbar, auf deren oberem Ende isolirt zwei Iridiumplatten als Lager angebracht sind. Mit der Säule fest verbunden ist der Horizontalkreis, dessen Nonien am Dreifusse festgemacht sind. Die Säule kann durch eine Arretirvorrichtung festgeklemmt werden. Auf die Iridiumlagerplatten wird mittels einer Schneide ein Stromkreis aufgesetzt, dessen Radius etwa 10 *cm* beträgt und der aus 500 Windungen besteht. Derselbe ist mittels einiger radial angeordneten Streben an einem quadratischen Messingrahmen befestigt, der auf seiner oberen Seite nach innen zu die Schneide trägt.



Die Schneide des Stromkreises ist ebenfalls aus Iridium verfertigt, vom Rahmen isolirt und um den Strom zu- und abzuführen in zwei Theile getrennt, welche durch

---

1) Ist nämlich $\gamma > J$, so folgt $\sin\gamma > \sin J$,
$H\sin\gamma > H\sin J$ oder, da $H\sin J = V\cos J$,
$H\sin\gamma > V\cos J$.
Andererseits $\cos\gamma < \cos J$
$V\cos\gamma < V\cos J$, daher $V\cos\gamma < V\cos J < H\sin\gamma$.

2) Siehe darüber das Referat: „Drei neue Methoden zur Bestimmung der magnetischen Inklination.“ *Diese Zeitschr. 1889. S. 102.*

dünne Drähte mit den Windungen verbunden sind. Die Stromzuführung geschieht also von den Lagern zur Schneide und von dieser zu den Windungen, was sich nach Herrn Weber's Ausspruch sehr gut bewährt. Das Gewicht des Stromkreises muss selbstverständlich so gering als möglich sein.

Mit der vertikalen Säule ist ein Fernrohr fest verbunden, welches eine kurze Skale, etwa 0,25 *m* von der Schneide trägt. Ueber den Stromkreis und die vertikale Säule kann ein Schutzkasten gelegt werden, um gegen Luftströmungen zu schützen. Die Figur a. S. 142 giebt ein Bild des Instrumentes.

Mit dem die Schneiden tragenden Messingrahmen ist ein Spiegel *I* verbunden, der in der Ruhelage des Stromkreises fast vertikal steht. Ein zweiter Spiegel *II* ist am Rahmen des Stromkreises angebracht und zwar liegt seine Ebene parallel der Windungsebene. Diese beiden Spiegel dienen zum Beobachten und Justiren des Stromkreises.

Zunächst werden die Ebenen der beiden Spiegel parallel der Schneide justirt. Dieses kann in folgender Weise geschehen. Man befestigt an dem Messingrähmchen des Stromkreises einen dritten Spiegel und justirt denselben so, dass seine Normale parallel ist der Schneide, was daran erkannt wird, dass bei schwingendem Stromkreise das Spiegelbild einer festen Marke sich nicht bewegt. Ist dies geschehen, so richtet man irgend eine Visirlinie (zwei Lothfäden) so, dass sie senkrecht zur Ebene dieses Hilfsspiegels steht; dreht man das Instrument um genaue 180°, so muss jetzt die Visirlinie auch auf den Spiegeln *I* und *II* senkrecht stehen, widrigenfalls sie so lange verstellt werden müssen, bis dies eintritt.

Die zweite Justirungsoperation besteht darin, dass man den Spiegel *II* parallel zur mittleren Windungsebene stellt. Zu diesem Behufe hängt man den Stromkreis an einem Draht auf, der den Strom zuführt, während ein als Dämpfer in eine Flüssigkeit getauchter Draht die zweite Leitung bildet. Beim Durchgang des Stromes stellt sich die Axe des Stromkreises in den magnetischen Meridian, welche Stellung mittels eines Fernrohrs beobachtet werden kann. Hängt man den Stromkreis um, so lässt sich der Kollimationsfehler der Spiegel bestimmen oder ganz beseitigen. Es ist wohl selbstverständlich, dass die Torsionswirkung des Aufhängedrahtes vorerst sorgfältig beseitigt werden muss.

Schliesslich ist noch der Neigungswinkel der Spiegel *I* und *II* zu bestimmen. Dies kann genau so geschehen, wie man den brechenden Winkel eines Prismas auf einem Goniometer bestimmt.

Bringt man den Stromkreis auf die Lager des Instrumentes und neigt ihn durch passende Belastung so lange, bis man in einem horizontal gestellten Fernrohr das von Spiegel *I* reflektirte Fadenkreuz mit dem Fadenkreuz selbst zur Deckung bringt, so steht der Spiegel *I* genau vertikal. Der im Ablesefernrohr erscheinende Theilstrich der Skale entspricht dann der vertikalen Stellung des Spiegels *I* und der Winkel zwischen den Spiegeln *I* und *II* entspricht der Neigung γ der magnetischen Axe des Stromkreises. Hat sich die Ruhelage des Stromkreises aus irgend einem Grunde geändert, so kann diese Aenderung an der Skale bestimmt und als Korrektion an γ in Rechnung gebracht werden.

Herr Weber hat bei seinen Versuchen eine Batterie ganz kleiner Grove-Elemente (30 Stück) verwandt. Durch Einschalten einer Quecksilberwippe war es möglich, den Stromkreis beliebig zu schliessen und zu öffnen.

Die Beobachtung der Inklination wird in folgender Weise ausgeführt. Man stellt zunächst die Schwingungsebene des Stromkreises nahezu in den magnetischen Meridian und untersucht, ob beim Stromschluss in einer bestimmten Richtung der bewegliche Stromkreis nach grösseren oder nach kleineren Skalentheilen ausschlägt. Dann dreht man die Schwingungsebene um einen grösseren Winkel (etwa 20°) nach einer Seite, z. B. nach Ost, bis der Ausschlag in entgegengesetzter Richtung erfolgt; darauf wird

nach der Grösse der erfolgten Ablenkung zurückgedreht und so fort, bis man das Azimuth, welchem der Ausschlag Null zugehört, in ein Intervall von 5 bis 10 Minuten eingeschlossen hat; die zuletzt beobachtete Ruhelage wird ebenfalls notirt.

In ganz gleicher Weise erfolgen die Einstellungen auf der anderen Seite des Meridians. Aus den auf beiden Seiten erhaltenen Azimutaleinstellungen und den entsprechenden Ruhelagen, welche sich etwas ändern, lassen sich die Winkel a und γ bestimmen. So hat Herr Weber am 23. Juli 1890 von $3^h 25^m$ bis $4^h 6^m$ p. m. folgende Beobachtungen ausgeführt.

Azimut	177° 45′	151° 45′	177° 30′	152° 15′	177° 15′	152° 15′	176° 55′
Ruhelage	82,4	82,05	81,65	81,6	81,5	81,45	81,2
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

Um für 2 Azimute in Ost und West denselben Winkel γ zu haben, interpolirte Herr Weber linear zwischen zwei auf einander folgenden Einstellungen auf derselben Seite, z. B. Ost, ein Azimut, welches dem in der Zwischenzeit beobachteten γ entspricht.

Bedeuten die mit (1), (3), (5) und (7) bezeichneten Beobachtungen die auf der Ostseite bestimmten Werthe des Azimuts und der Ruhelage, so giebt das Mittel aus (1) und (3) = 177° 38′ einen Werth (2′), der mit (2) verbunden wird. In ähnlicher Weise erhält man aus (3) und (5) einen Werth (4′), aus (5) und (7) (6′). Man kann noch weiter für das Mittel aus (2) und (4), das mit (3′) bezeichnet werden soll, ganz entsprechend als zugehörigen Werth auf der Ostseite den Werth (3) nehmen u. s. w. Die nachstehende kleine Tabelle enthält die aus obigen Beobachtungen in der angegebenen Weise abgeleiteten Werthe des Azimuths und der Ruhelage.

No.	Ruhelage	Azimut Ost	Azimut West	a	γ	Inklination
(2),(2′)	82,05	177° 38′	151° 45′	12° 56′,5	66° 33′ 40″	66° 1′ 7″
(3),(3′)	81,65	177 30	152 13	12 38,5	66 31 55	66 0 51
(4),(4′)	81,6	177 25	152 15	12 35,0	66 31 42	66 0 53
(5),(5′)	81,5	177 15	152 15	12 30′,0	66 31 17	66 0 53
(6),(6′)	81,45	177 12	152 15	12 28,5	66 31 4	66 0 47.

Der Werth γ betrug 66° 36′ 24″ bei der Ruhelage 82,7; die angeführten Werthe sind der jeweiligen Ruhelage entsprechend berechnet worden.

Herr Weber macht ausdrücklich darauf aufmerksam, dass die hier angeführten Werthe der Inklination nicht als absolute betrachtet werden dürfen, da sie durch den Eisengehalt des Instrumentes und andere Lokaleinflüsse gefälscht sind. Am Schlusse seiner Abhandlung entwickelt der Herr Verfasser einige Formeln, durch welche er begründet, warum er den Neigungswinkel γ grösser als die beobachtete Inklination gewählt hat und beschreibt Methoden, nach welchen man den Winkel γ indirekt bestimmen kann.

Die hier entwickelte Methode zur Messung der Inklination besitzt so grosse Vortheile, dass ich Herrn Weber vollkommen beipflichte, wenn er sie der Beachtung empfiehlt und der Meinung Ausdruck giebt, „dass es sich sehr wohl lohnen würde, das Verfahren mit Hilfe eines zweckmässig gebauten Apparates weiter zu studiren und auszuarbeiten“.

J. Liznar.

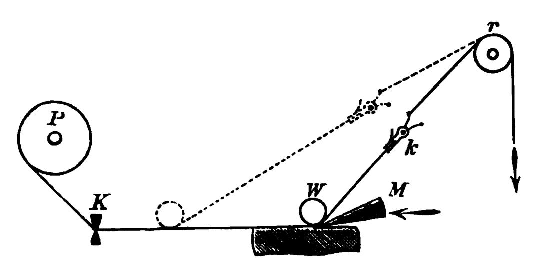
Das Schnittaufklebemikrotom.

Von Prof. H. Strasser. *Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie.* 7. *S. 289.* (*1890.*)

Der Verfasser erörtert zunächst die geometrischen Verhältnisse, von denen die Schnittbildung und namentlich die Form, welche der Schnitt nach seiner Abtrennung annimmt, abhängig ist und erwähnt die Methoden, mittels deren die Krümmung — das Einrollen — der Schnitte, sei es verhindert, sei es nachträglich beseitigt wird; ersteres geschieht durch Wahl einer weicheren Einbettungsmasse, letzteres durch Anwendung sogenannter Schnittstrecker. Sodann beschreibt Verf. unter Darlegung des Entwicklungsganges die von ihm konstruirte Einrichtung, welche dazu dient, nicht nur den abgetrennten Schnitt glatt zu

erhalten, sondern denselben im Moment seiner Entstehung sofort auf ein als provisorischer Objektträger dienendes Papierband aufzukleben und ihn zunächst allen Fährlichkeiten zu entziehen, denen sonst lose Schnitte bei ihrer weiteren Behandlung behufs Uebertragung auf den Objektträger ausgesetzt sind.

Das dem Schnittaufklebemikrotom zu Grunde liegende Prinzip wird durch nebenstehende Figur schematisch erläutert. Bei der Bildung des Schnittes bewegt sich mit dem Messer *M* zugleich eine Rolle *W* über das Objekt hin. Durch diese Rolle wird ein unter ihr liegendes Papierband, das von einer zweiten Rolle *P* kommend durch einen klemmbaren Steg *K* festgehalten wird, nahe in der oberen Ebene des Objektes ausgespannt. Das freie Ende des Papierbandes wird von einer Klammer *k* erfasst und durch eine über die Rolle *r* geführte Zugschnur angespannt. Ist die Unterseite des Papierbandes mit einem Klebestoff versehen, so haftet der Schnitt im Augenblick der Abtrennung an demselben fest. Damit nun bei der Rückführung des Messers in seine Anfangslage die Rolle *W* nicht ebenfalls zurück geht und so den aufgeklebten Schnitt auf die Schnittfläche und das Messer niederdrückt, war die Einrichtung so zu treffen, dass die Rolle *W* nicht mit dem Messerschlitten in fester Verbindung steht, sondern auf einem besonderen Walzenschlitten angebracht wird; dieser wird bei der Schnittbewegung des Messerschlittens von letzterem mit verschoben, bleibt dagegen beim Rückgange des Messerschlittens zunächst still stehen.



Nach diesem Prinzip sind die beiden a. a. O. näher beschriebenen Instrumente konstruirt. Dieselben charaktirisiren sich als Schlittenmikrotome mit den erwähnten beiden Schlitten, für Messer und Walze, bei denen die Hebung des Objektes mittels Mikrometerschraube bewirkt wird. Bei der Handhabung der Mikrotome wird nach Herstellung jedes Schnittes und Zurückziehung des Messerschlittens in seine Anfangsstellung das Papierband um ein entsprechendes Stück durch die Klammer *k* hindurch gezogen, und dann der Walzenschlitten mit seinem Anschlage gegen den Messerschlitten geschoben ehe man den neuen Schnitt abtrennt. Um den Druck der Walze auf das Objekt reguliren zu können, ist deren Axe in einem Bügel gelagert, welcher an einem federnden mittels Schraube justirbaren Arm sitzt.

Bei Instrumenten, welche die Schrägestellung des Messers gegen die Zugrichtung gestatten sollen, ist auch die Schrägestellung der Walze parallel, und des Papierstreifens senkrecht zur Messerschneide erforderlich. Dies allein genügt jedoch nicht, um jede Zerrung des Schnittes auszuschliessen. Es musste vielmehr dafür gesorgt werden, dass die Walze lediglich auf dem Papierstreifen abrollt, nicht aber zugleich in der Richtung der Messerschlittenführung darauf gleitet. Um dies zu erreichen, ist die Walze auf der längeren parallel zur Messerschneide, also schräg zur Messerführung gestellten Walzenaxe der Länge nach verschiebbar und wird durch eine parallel dem Papierbande laufende Gleitschiene gezwungen, eine entsprechende Verschiebung auszuführen, so dass auf dem Papierbande eine reine Rollbewegung stattfindet. Nach der Beschreibung der erwähnten Konstruktionsausführungen für quere und schräge Messerstellung erörtert Verf. den Gang der Justirung und der Arbeit mit den Instrumenten und hebt sodann die wesentlichsten Vorzüge des neuen Verfahrens hervor. Dieses bietet, abgesehen von der so wichtigen Sicherung der gewonnenen Schnitte bis zur weiteren Behandlung, namentlich bei grösseren Objekten auch bezüglich der Gleichartigkeit der gewonnenen Schnitte insofern nicht unerhebliche Vortheile dar, als man die bei solchen Objekten im gewöhnlichen Verfahren störendste Fehlerursache, die Biegung der Messerschneide, ganz wesentlich verringern kann. Einmal erlaubt dies Verfahren die Verwendung weicherer Paraffinsorten zur Einbettung, wodurch die biegende Kraft verringert wird; dann aber ist es mit Rücksicht auf die sofort nach der

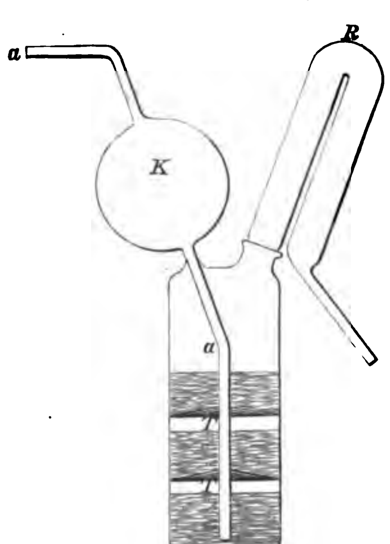
Lostrennung erfolgende Abhebung des Schnittes möglich, den Messerrücken gegen die beim gewöhnlichen Verfahren zulässigen Formen ganz erheblich zu verstärken und dadurch gegen Biegungen überhaupt widerstandsfähiger zu machen.

Die Herstellung und den Vertrieb seiner Schnittaufklebe-Mikrotome hat Verf. der Firma A. Meyer & Co. in Enge-Zürich übertragen. *Pensky.*

Ein neuer Kaliapparat zur Benutzung bei Elementaranalysen.

Von Alfred Delisle. *Chem. Ber.* ***24.*** *S. 271. (1891.)*

Der in der nebenstehenden Figur in etwa halber wirklicher Grösse dargestellte Apparat besteht aus einer Flasche, in welche einerseits das Gaszuführungsrohr *a* eingeschmolzen ist, während in einen Tubulus das U-förmig gebogene Kalirohr *R* mittels Schliffes gasdicht eingesetzt wird. Das Rohr a_1 in dessen freies Ende die dem Verbrennungsofen entströmenden Gase eingeleitet werden, ist mit der Kugel *K* zur Aufnahme etwa zurücktretender Lauge versehen. Ausserdem sind an dasselbe tellerartige Kappen *T* von nahe dem Durchmesser der Flasche angeblasen, welche, nach unten offene flache Trichter bildend, die zuerst aufsteigenden Gase abfangen, so dass sich die Lauge in drei durch zwei Luftkissen von einander getrennte Schichten theilt. Dadurch wird die Waschung der Verbrennungsgase eine dreifache. Von dem Kaliröhrchen *R* wird der aufsteigende Theil mit Chlorkalcium oder Natronkalk, der absteigende Theil mit Kalistückchen gefüllt. Die Kalilauge soll nach der Füllung (ohne die Luftkissen, welche sich erst bei der Einleitung der Verbrennung bilden) etwa 3 *mm* über der oberen Kappe stehen. Der Apparat hat den Vorzug bequemer Handhabung bezüglich der Füllung und Reinigung, wiegt gefüllt etwa 65 *g* und wird von der Firma C. Heinz in Aachen zu mässigem Preise geliefert. *Wgsch.*



Huet's Anemometer.

(Zur Geschichte der Anemometer.)

Von W. J. Lewis. *Nature.* ***43.*** *S. 323. (1891.)*

In dieser kurzen historischen Notiz lenkt Verf. die Aufmerksamkeit auf das von P. D. Huet zu Beginn des vorigen Jahrhunderts erfundene Anemometer. Um nachzuweisen, dass dasselbe als ein Vorläufer von Lind's Winddruck-Anemometer (mit U-förmigem Wassermanometer) zu betrachten sei, stellt er die Abbildungen beider (vgl. die Figuren) zusammen. Der Umstand, dass in dem Abschnitt „*Anemometers*" in der *Encyclopaedia Britannica* zwar die Bestrebungen mehrerer wissenschaftlichen Männer in dieser Richtung angeführt sind, nicht aber (weder hier noch anderswo) die Huet'sche Erfindung, veranlasst den Verf. zu dieser Mittheilung.

Huet's Beschreibung lautet ungefähr folgendermaassen:

„Wir haben uns neuerdings mit Erfolg bemüht, die Eigenschaften der Luft festzustellen: ihre Temperatur, ihre Feuchtigkeit und ihr Gewicht vermöge des Thermometers, Hygrometers und des Barometers, welches eine Luftwaage ist. Aber wir haben noch nicht daran gedacht, den Wind zu wägen! Ich machte dem vortrefflichen englischen Mechaniker Hubin darüber eine Andeutung; er lachte und meinte, es sei wohl leicht zu erdenken, aber unmöglich auszuführen. Dann gab ich ihm eine Beschreibung, und nun war er so zufrieden gestellt, dass er mich mit der Absicht verliess, das Instrument baldmöglichst herzustellen. Leider vereitelte der Tod seine Pläne. — Hier ist die kurze Beschreibung:

Das Instrument besteht aus einem Trichter von weissem Eisenblech, ABC (Fig. 1), in Form einer Mönchskappe, welche sich verengt und erst nach unten und dann wieder nach oben umbiegt ($CDEFK$). Wir füllen das Rohr von C bis F mit Quecksilber, und schichten über F etwas Wasser darauf, dessen Steigen und Fallen an einigen Marken auf dem Theile FG des Rohres erkannt wird; denn der auf die Mündung AB wirkende Wind drückt die Quecksilberoberfläche bei C herab und hebt sie bei F. — Bei L ist die eiserne Stange H, welche das Rohr trägt, derartig einem Piedestal NO eingefügt, dass sie durch die Windfahne M gedreht werden kann.“

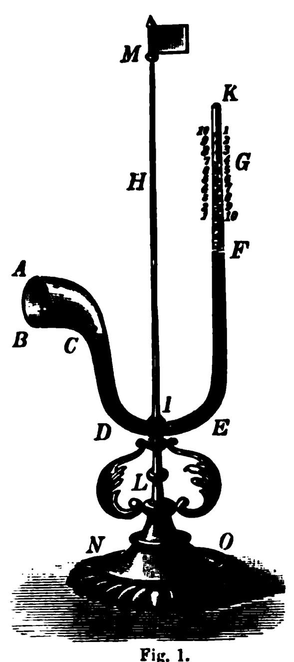


Fig. 1.

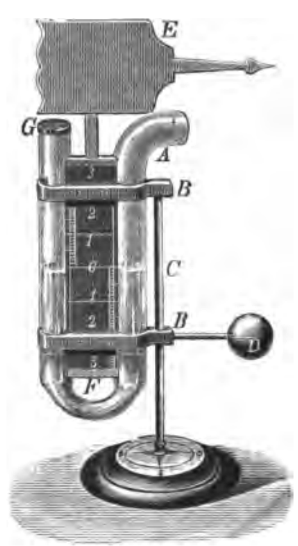


Fig. 2.

Wie der Erfinder das Instrument schildert, sieht es sehr nach Spielzeug aus, und wenn man es so dem Winde aussetzen wollte, würde es alsbald in Stücke gehen. Das Trichterrohr ist bei I zu schwach gestützt, und die Windfahne M viel zu klein, um das Ganze zu drehen. Besonders in diesen beiden Punkten stellt das Lind'sche Anemometer (Fig. 2) eine Verbesserung dar; man darf aber nicht vergessen, dass Huet's Erfindung niemals probirt oder auch nur ausgeführt wurde, sonst würden diese Mängel entschieden bemerkt und abgestellt worden sein.

P. D. Huet wurde 1630 zu Caen geboren. Er war Autor mehrerer Werke, Lehrer des Dauphin (1670) und Bischof von Avranches. Er starb zu Paris im Jahre 1721. Das Werk, welchem obige Beschreibung und Skizze entnommen sind, trägt den Titel: *Huetiana; ou Pensées diverses de M. Huet, Évêque d'Avranches* (*Amsterdam 1723*).

Lind's Anemometer wurde im Jahre 1775 erfunden. *Sp.*

Neu erschienene Bücher.

Theorie der partiellen Differentialgleichungen erster Ordnung. Von Dr. M. P. Mansion. Deutsche Ausgabe von H. Maser. Berlin. Julius Springer.

Das vorliegende Werk ist im Wesentlichen die Uebersetzung einer im Jahre 1873 von der *Belgischen Akademie der Wissenschaften* gekrönten Zeitschrift, die indess entsprechend den Erweiterungen, welche die Theorie der partiellen Differentialgleichungen erfahren hat, seitens des Verfassers durch zahlreiche Zusätze vermehrt worden ist. Die vorliegende deutsche Ausgabe wird daher auch dem Kenner des französischen Originals, das übrigens im Buchhandel längst vergriffen ist, von Werth sein. Das Mansion'sche Buch giebt eine ausführliche und wohlgeordnete Entwicklung der Methoden zur Auflösung der partiellen Differentialgleichungen erster Ordnung, so dass denjenigen, welche dieses für Geometrie, Mechanik und mathematische Physik so überaus wichtige Gebiet studiren wollen, ein in sich abgeschlossenes vollständiges Material geboten wird. Nach einer Einleitung über die Entstehung der partiellen Differentialgleichungen werden im ersten Buche die Arbeiten von Lagrange und Pfaff auseinandergesetzt und durch zahlreiche Beispiele veranschaulicht. Das zweite Buch bringt die Untersuchungen von Jacobi mit einer Vereinfachung von Clebsch, ferner die Methoden von Bour, Korkine, Boole und Mayer. Das dritte Buch

endlich giebt die Darstellung der Cauchy'schen und Lie'schen Methoden. In zahlreichen Anmerkungen ist auf die Quellen Bezug genommen. Zur Ergänzung in funktionentheoretischer Hinsicht ist im Anhang I eine Abhandlung von Frau von Kowalevski aus *Crelle's Journal.* **80.** *Zur Theorie der partiellen Differentialgleichungen* beigefügt, in welcher die Frage der Existenz des allgemeinen Integrals behandelt wird. Anhang II giebt die Uebersetzung der werthvollen Jmschenetsky'schen Arbeit aus *Grunert's Archiv*, welche für die Differentialgleichungen zweiter Ordnung fast dieselbe Bedeutung hat wie die Mansion'sche Uebersicht für diejenigen erster Ordnung. Anhang III enthält die Uebersetzung eines kleineren Aufsatzes von Darboux, gleichfalls über die partiellen Differentialgleichungen zweiter Ordnung. Den Schluss bildet ein sorgfältiges, ausführliches Autorenverzeichniss. — Man darf Herrn Maser Dank wissen, dass er die stattliche Sammlung von mathematischen Meisterwerken, welche uns seine rege und umsichtige Thätigkeit seit einer Reihe von Jahren vermittelt hat, unablässig zu vermehren bemüht ist. *Kr.*

J. Gray. *Les machines électriques à influence. Traduit par G. Pellissier.* Paris. M. 4,20.

T. Schwartze. Telephon, Mikrophon, und Radiophon, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendung in der Praxis bearbeitet. 3. Aufl. Wien. M. 3,00.

H. Grubb. *The construction of telescopic objectglasses for the international photographic survey of the heavens.* Dublin. (*Transact. Royal Soc.*) M. 1,50.

H. Blessinger. Die elektrische Beleuchtung industrieller Anlagen, einschliesslich aller Theile in Theorie und Praxis, für Nicht-Elektrotechniker. Kiel. M. 2,70.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin. Sitzung vom 1. März 1892. Vorsitzender: Herr Haensch.

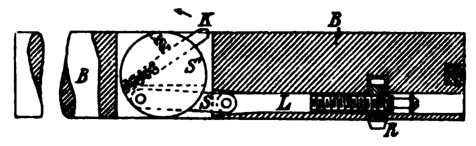
Herr F. S. Archenhold-Halensee sprach über die Nebelfleckenforschung vor und nach Einführung der spektroskopisch-photographischen Beobachtungsmethoden. Die Kant-Laplace'sche Hypothese über die Entstehung des Sonnensystems finde, so führte der Redner aus, eine wesentliche Stütze in den Erscheinungsformen, welche die Nebelflecken bieten. Gerade die Photographie habe in den letzten Jahren hierin bahnbrechendes geleistet, indem sie zur Entdeckung von Nebelflecken geführt habe, die selbst mit den stärksten Fernrohren sehr schwer zu erkennen seien und indem sie die inneren Strukturen der bekannten grossen Nebel in viel schärferer Weise wiedergab, als es der Beobachter im Stande sei. Redner wies nach, dass beim Photographiren von Nebelflecken grosse Objektive mit grosser Brennweite minder werthvoll seien als kleine, bei denen das Verhältniss von Oeffnung zur Brennweite möglichst gross sei und zeigte eine Anzahl von Bildern vor, die er mit einem gewöhnlichen Portrait-Objektive aufgenommen hat. Er erläuterte ferner an Projektionen von Diapositiven die einzelnen Phasen der Weltenbildung, wie sie uns die Nebelflecken zeigen, so das Zerreissen des Nebels, das Abtrennen eines Ringes, die Kernbildung u. s. w.; auch führte der Vortragende Gebilde vor, deren Aussehen auf elektrische Richtkräfte schliessen lassen. Im zweiten Theile des Vortrages wurde unter Vorführung von Experimenten die chemische Zusammensetzung und die Bewegung der Nebelflecken besprochen, wie sie die Spektroskopie erkennen lehrt und auf die noch grosse Zahl der angedeuteten Linien in dem Nebelspektrum hingewiesen. Die Anwesenheit von Stickstoff und Wasserstoff in den planetarischen und unregelmässigen Nebeln seien mit Sicherheit nachgewiesen und das Vorhandensein der D_3-Linie wahrscheinlich gemacht.

Nach dem mit grossem Beifall aufgenommenen Vortrage wurde auf eine Anregung des Herrn Direktor Dr. Loewenherz, welcher über eine Unterredung mit Herrn Direktor Jessen berichtete, die geplante Umwandlung des halbjährigen Kursus der Fachschule in einen jährigen besprochen. Die Versammlung war nicht für eine solche Veränderung; die Einsetzung eines technischen Beirathes für die Schule wurde von verschiedenen Seiten gewünscht. Der Schriftführer: *Blaschke.*

Patentschau.

Ertheilte Patente.

Werkzeug zum Ausbohren von Hohlkugeln. Von Maschinenfabrik Esslingen in Esslingen. Vom 3. Februar 1891. Nr. 60081. Kl. 49.



In der Bohrstange *B* ist die Scheibe *S'* drehbar angeordnet. Letztere trägt das Bohrmesser *K* und wird von der zu einem Sternrade *R* ausgebildeten Schraubenmutter und Stange *L* nebst Schubstange *S* ruckweise bei jeder Umdrehung von *B* gedreht.

Vorrichtung zur Herstellung von Lichtpausen. Von C. Prött in Hagen. Vom 17. Februar 1891. Nr. 59820. Kl. 57.

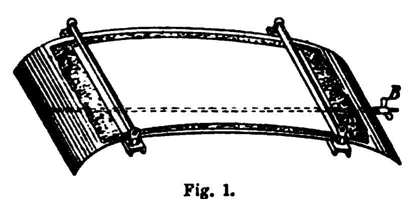


Fig. 1.

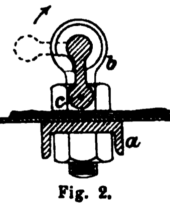


Fig. 2.

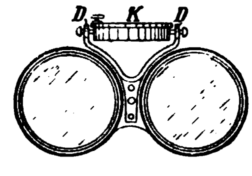
Diese Vorrichtung besteht aus einer biegsamen, elastischen Platte (Fig. 1), der mittels der Spannschraube *B* eine beliebige Krümmung gegeben werden kann, um die Zeichnung und das Pausepapier zu spannen. Das Festklemmen der letzteren auf die Platte wird mittels der umlegbaren Schienen *c* (Fig. 2) bewirkt, welche mit ihren Lagern *a b* an der Platte *A* verschiebbar sind.

Quecksilber-Kompensationspendel. Von S. Riefler in München. Vom 20. März 1891. Nr. 60059. Kl. 83.

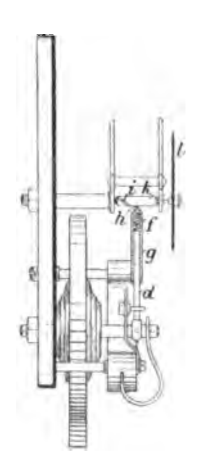
Die Hauptmasse des Pendels besteht aus einer schweren Linse; als Pendelstab ist ein auf beträchtliche Höhe mit Quecksilber gefülltes dünnwandiges Rohr (am besten aus Stahl) angewendet. Während die Wirkung des Graham'schen Kompensationspendels darauf beruht, dass der Schwerpunkt der Schwingungsmasse (des Quecksilbers) bei jeder Temperatur annähernd auf derselben Höhe bleibt, gleicht hier die Wirkung der Kompensation dem Einfluss, welchen ein Zulagegewicht auf die Schwingungsdauer eines Pendels ausübt. Nimmt die Temperatur zu, so sinkt der Schwerpunkt der Pendellinse etwas herab, und das Pendel wird in Folge dessen langsamer schwingen; allein gleichzeitig steigt das Quecksilber im Rohr, und der kleine Quecksilberzylinder, um welchen die Säule erhöht worden ist, wirkt als ein Zulagegewicht und beschleunigt die Schwingungen. In Folge der Vertheilung einer geringen Quecksilbermenge auf eine grosse Länge haben sowohl die Ungleichheiten der Temperatur in den unteren und oberen Luftschichten, als auch plötzlichen Temperaturschwankungen nur einen kleinen Einfluss. Ferner erfordert dieses Pendel nur etwa $^1/_5$ soviel Quecksilber als das Graham'sche.

Da die Kompensation von dem Gewicht der Pendelmasse abhängig ist, so lässt sich durch dessen Vermehrung oder Verminderung ohne Aenderung der Quecksilbermenge die Kompensation berichtigen.

Doppelfernrohr mit Kompass. Von Ed. G. King in San Francisco, Kalifornien, V. St. A. Vom 13. Januar 1891. Nr. 59123. Kl. 42.

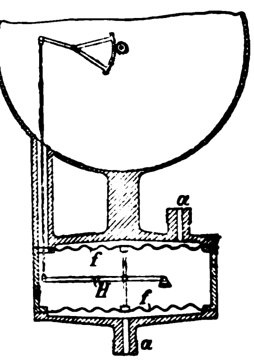


An Doppelfernrohren wird, um Zapfen *D* drehbar, ein mit Feststellvorrichtung ausgerüsteter Kompass *K* in der Weise angebracht, dass der Kompass waagrecht eingestellt werden kann und die gemeinsame Sehaxe der beiden Rohre hierbei genau in die Schwingungsebene der Kompassaxe fällt. Die Einrichtung dient dazu, um bei freihändigen Beobachtungen die Magnetnadel in ihrer jeweiligen Stellung feststellen und die entsprechende Richtung alsdann zu beliebiger Zeit ablesen zu können.



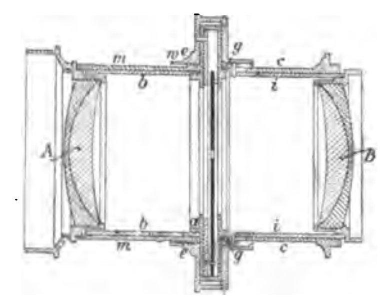
Aneroidbarometer. Von Dennert & Pape in Altona. Vom 27. Januar 1891. Nr. 59124. Kl. 42.

Der in bekannter Weise von dem Barometer bethätigte Hebel *d* trägt eine Hülse *g*, die durch die Feder *f* gegen die den Zeiger *l* tragende Spindel *k* gedrängt wird und mit ihrer Spitze *h* in eine schraubenförmige Nut *i* derselben eingreift. In Folge der auf- oder abwärts gehenden Bewegung des Hebels *d* muss die Spindel *k* und somit auch der Zeiger *l* eine Kreisbewegung ausführen und die betreffenden Luftdrucke anzeigen.



Vorrichtung zum Anzeigen der Druckunterschiede in zwei gesonderten Luftrohrleitungen. Von H. W. Schlotfeldt in Kiel. Vom 9. Novbr. 1890. Nr. 59355. Kl. 42.

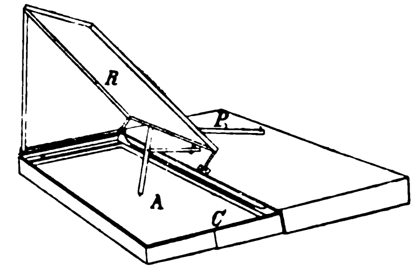
Mit den beiden gesonderten bei *a* angeschlossenen Luftrohrleitungen sind zwei druckmessende Federn *f* (Plattenfedern, Bourdonfedern u. dergl.) in Verbindung gebracht, die beide, aber jede der anderen entgegenwirkend, einen und denselben Hebel *H* des Zeigerwerkes beeinflussen, so dass dieser stets von der dem grösseren Druck ausgesetzten Feder in einem Maasse bewegt wird, welches dem Drucküberschuss entspringt.



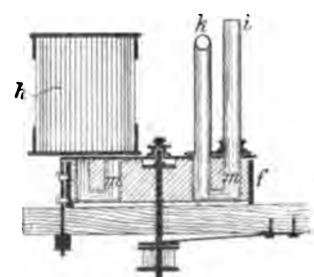
Einstellvorrichtung für photographische Objektive. Von Ernst Gundlach in Rochester N. Y., V. St. A. Vom 3. Dezember 1890. Nr. 59271. Kl. 57.

Zum Einstellen der Blendenöffnung und gleichzeitigem Nähern oder Entfernen der Linsen *A* und *B* sind mit dem zum Einstellen der Blendenöffnung dienenden Ringe zwei mit rechts- und linksgängigem Gewinde versehene Rohre *e* und *g* verbunden. Diese fassen über die mit entsprechenden Gewinden versehenen, auf bezw. in festen Rohren *b* und *c* gleitenden Linsenträger *m* und *i*.

Apparat zum Zeichnen nach der Natur. Von J. Schweri in Ramsen, Kanton Schaffhausen, Schweiz. Vom 4. Oktober 1890. Nr. 58972. Kl. 42.



Der Apparat hat die Form einer Schachtel und ist zum Zusammenlegen eingerichtet. Beim Zeichnen wird die mit einem Spiegel *A* ausgerüstete Schieblade *C* ausgezogen, festgestellt und der Spiegel *R* aufgesetzt, wie die Zeichnung zeigt. Der Pantograph *P* oder ein sogen. Gummibandzeichner wird nun so angebracht, dass er sich zwischen Spiegel und Schachtel bewegen kann. Hierauf nimmt der Zeichner den Apparat auf die Kniee oder legt ihn irgendwo auf, sieht in den Spiegel *A*, in welchem er das Bild des Spiegels *R* mit dem Bilde des zu zeichnenden Objektes erblickt, ebenso das Bild der Absehspitze des Pantographen, und visirt von dieser Absehspitze auf den Gegenstand. Er fasst den Bleistift und führt mit diesem auf dem untergelegten Papier so umher, dass die genannte Absehspitze die Konturen des Gegenstandes umschreibt. Man zeichnet auf diese Weise ein perspektivisches Bild des Gegenstandes.



Die Patentschrift enthält noch eine zweite Ausführungsform, bei welcher der Apparat in senkrechter Lage benutzt wird und der Spiegel *R* fortfällt.

Vorrichtung zur Erzeugung von Magnesium-Blitzlicht. Von L. Habel in Görlitz. Vom 20. Juni 1890. Nr. 58825. Kl. 57.

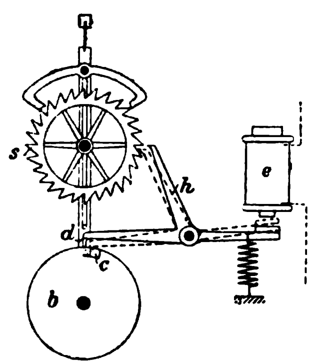
Diese Vorrichtung hat mit der im Patent Nr. 54423 beschriebenen (vergl. *diese Zeitschr. 1891, S. 201*) das gemein, dass sich das Magnesiumpulver vor seinem Eintritt in die Zündflamme mit Benzingas mischt. Die Ueberführung des Pulvers aus dem Behälter *h* unter das Ausblaserohr *k* und das Luft-

bezw. Gaszuführungsrohr *i* wird mittels einer drehbaren Trommel *f* mit U-förmigen Bohrungen *m* bewirkt. Um ein Mischen des Pulvers mit dem durch das Rohr *i* zugeführten Benzingas herbeizuführen, ist dem Ausblaserohr *k* eine geringere Weite gegeben als der Bohrung *m*.

Ladevorrichtung für Magnesium-Blitzlampen. Von der Firma Ramspeck & Knoblich in Hamburg. Vom 16. April 1891. Nr. 59282. Kl. 57.

Der Magnesiumbehälter *P* ist um ein zylindrisches, mit einem Drucklufterzeuger verbundenes Rohr *R* drehbar. In dem oberen Theil des letzteren sind Vertiefungen *i* zur Aufnahme des Magnesiumpulvers angebracht, die durch Oeffnungen *x* mit dem Innern des Rohres in Verbindung stehen, so dass ein in dem Rohr *R* herbeigeführter Ueberdruck das Magnesiumpulver in die Flamme *a* schleudert.

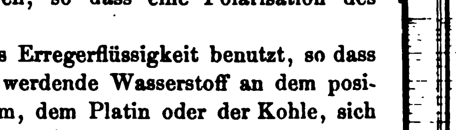
Vorrichtung zum Reguliren von Uhren auf elektrischem Wege. Von L. v. Orth in Berlin. Vom 22. November 1890. Nr. 59454. Kl. 83.



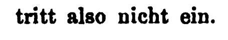
Die zu regulirende Uhr ist so eingerichtet, dass sie stets etwas vorgeht. Auf ihrer Minutenwelle ist eine Scheibe *b* befestigt, die mit ihrem Einschnitt *c* in einem bestimmten Zeitpunkte, etwa wenn die zu regulirende Uhr auf 12 Uhr zeigt, genau dem Haken *d* des Ankerhebels *h* gegenüber steht. Um diese Zeit schliesst die Normaluhr den Stromkreis des Elektromagneten *e* und unterbricht ihn, wenn sie selbst (die Normaluhr) genau 12 Uhr angiebt. Während des Stromschlusses hält der Elektromagnet seinen Anker *h* angezogen, und dessen aufwärts gerichteter Arm greift somit in das Steigrad *s* ein und hält dadurch die Uhr bis zur Stromunterbrechung auf. Das Pendel schwingt inzwischen weiter, ohne die Uhr zu beeinflussen.

Galvanisches Element mit einer positiven Polplatte, die aus zwei Leitern erster Klasse besteht. Von Auguste de Méritens in Paris. Vom 9. Dezember 1890. Nr. 59677. Kl. 21.

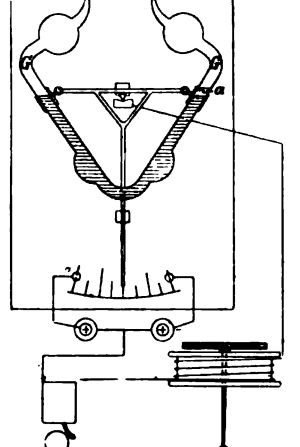
Der negative Pol dieses Elementes, bei welchem als Erregerflüssigkeit verdünnte Schwefelsäure und Salpetersäure oder verdünnte Schwefelsäure allein verwendet wird, besteht aus einer Zinkplatte, der positive Pol dagegen aus einem in sich geschlossenen Doppelelement von Blei-Aluminium, Blei-Platin oder Blei-Kohle. Der entstehende Wasserstoff wird dazu verbraucht, das unter Einwirkung der Salpetersäure auf der Bleiplatte sich bildende Bleioxydul zu reduziren, so dass eine Polarisation des Elementes verhindert wird.



Wird verdünnte Schwefelsäure allein als Erregerflüssigkeit benutzt, so dass also kein Bleioxydul entsteht, so wird der frei werdende Wasserstoff an dem positiven Theile des Doppelelements, dem Aluminium, dem Platin oder der Kohle, sich ansammeln und das Blei freilassen. Eine Polarisation tritt also nicht ein.



Differential-Dampfspannungsthermometer mit Einrichtung zum Fernmelden der Temperatur. Von H. Hartl in Reichenberg i. B. Vom 2. Mai 1891. Nr. 59682. Kl. 42.



Eine U-förmig gebogene, verschlossene Glasröhre *G* ist an ihren Enden zu Kugeln erweitert und bis etwa zur halben Höhe mit Quecksilber gefüllt. Während über dem Quecksilber auf der einen Seite komprimirte Luft abgesperrt ist, befindet sich auf der anderen Seite, auf dem Quecksilber schwimmend, ein Tropfen *a* von Alkohol oder Aether. Bei jeder Temperaturveränderung ändert sich die Spannung in dem mit gesättigten Dämpfen erfüllten Raume mehr, als in dem mit Luft gefüllten. Es findet daher eine Verschiebung des Quecksilbers nach der Seite hin statt, wo der geringere Druck herrscht. In Folge dessen legt sich die wie ein Waagebalken aufgehängte U-Röhre nach einer Seite hin um, oder das Quecksilber steigt in dem einen Rohr in die Höhe, wenn die U-Röhre unbeweglich ist. In beiden Fällen wird die betreffende Bewegung nach dem bekannten Prinzip der Wheatstone'schen Brücke in die Ferne übertragen.

Stativ mit zusammenschiebbaren Schenkeln. Von Westphal & Etzold in Leipzig-Reudnitz. Vom 13. Januar 1891. Nr. 59745. Kl. 43.

Die Beine sind aus mehreren teleskopisch in einander verschiebbaren Theilen gebildet, welche mittels konischer Gewindestücke g verbunden werden. Es genügt daher eine ganz kurze Drehung, um die Verbindung herzustellen. Die beiden obersten Schenkeltheile sind zwar in einander verschiebbar, aber nicht drehbar angeordnet und mit einer Stellvorrichtung versehen, um die Schenkel verschieden lang machen zu können.

Verstellbarer Temperaturmelder. Von Th. Weisser in Vöhrenbach, Baden. Vom 11. März 1891. Nr. 59755. Kl. 42.

Das U-förmige, zum Theil mit Quecksilber gefüllte Glasrohr g ist an seinem kürzeren Schenkel geschlossen, so dass daselbst ein gewisses Quantum Luft abgesperrt ist. In den offenen Schenkel ragt ein Metallrohr z hinein, das sich durch ein Zahnrad b und eine Zahnstange t verschieden hoch stellen lässt. Steigt nun bei wechselnder Temperatur durch die Ausdehnung der geschlossenen Luft das Quecksilber im offenen Schenkel, so wird es endlich das auf eine gewisse Temperatur eingestellte Rohr z berühren und einen elektrischen Strom schliessen, wodurch vermittels eines Läutewerkes dieses Eintreffen in die Ferne gemeldet wird. Um auf ähnliche Weise das Erreichen einer unteren Temperaturgrenze in die Ferne zu melden, ist in dem Rohr z ein leichtes Beinstängelchen h beweglich angebracht, das unten in ein auf dem Quecksilber schwimmendes Plättchen s endigt. Sinkt bei abnehmender Temperatur das Quecksilber im offenen Schenkel, so folgt ihm das Plättchen s und bewirkt im geeigneten Augenblick zwischen m und a einen Stromschluss, wodurch ebenfalls ein Läutewerk in der Ferne bethätigt wird.



Brillengestell. Von Th. A. Willson in Reading, Pennsylv., V. St. A. Vom 13. Mai 1891. Nr. 59767. Kl. 42.

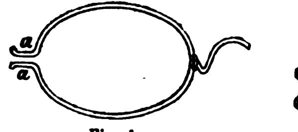


Fig. 1.

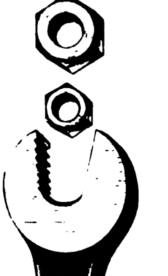


Fig. 2.

Die Konstruktion dieses Brillengestelles zielt auf grosse Billigkeit ab. Die Fassung der Gläser hat die in Fig. 1 dargestellte Form. Auf die Drahtenden a wird das aus Blech durch Stanzung erzeugte Scharnierstück, Fig. 2, aufgeschoben, und sodann werden die vorstehenden Kanten der Lappen d mittels irgend eines geeigneten Werkzeuges umgebogen.

Für die Werkstatt.

Schlüsselmaul für Muttern verschiedener Grösse. Von Lagrelle. *Bayr. Industrie- u. Gewerbeblatt 23. S. 464 (1891)* aus *Revue industrielle.*



Passt ein Schlüssel nicht ganz genau an eine Mutter, ist er nur eine Kleinigkeit weiter als der Abstand der Mutternflächen, so werden beim Anziehen oder Lösen einer Mutter immer nur zwei Linien der Maulseite arbeiten. Dieser Umstand ist hier benutzt. Die Maulseiten sind (s. die Figur) nicht wie gewöhnlich parallel, sondern schräg zu einander und die eine ist mit Zähnen versehen. Führt man eine Mutter in das Maul ein, so wird sie je nach ihrer Grösse mehr oder weniger tief in dasselbe eindringen. Dreht man den Schlüssel so, dass die flache Maulseite vorwärts geht, so wird diese wie die Seite eines gewöhnlichen Schlüssels arbeiten, von der anderen Seite wird ein Zahn die Mutter packen und mitnehmen. Für fein bearbeitete Muttern ist dieser Schlüssel freilich nicht geeignet, für rohe Muttern aber dürfte er ein bequemes Werkzeug sein und für etwa sechs Grössen genügen. Auch als Rohrschlüssel soll er gut verwendbar sein und starke Beanspruchung aushalten, wenn man das Maul aus hartem, zähem Stahl herstellt. (Vergl. die Notizen über ähnliche Vorrichtungen, *diese Zeitschr. 1888 S. 444, 1889 S. 80* und *1891 S. 386.*)

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XII. Jahrgang. **Mai 1892.** Fünftes Heft.

Einige Bemerkungen über Teleskope.

Von

Dr. **Hugo Schroeder** in London.

I. Bekanntlich ist sehr Vieles über die möglichst vollkommene Aufhebung der sphärischen Abweichung in Doppelobjektiven für astronomische Fernrohre geschrieben; es scheint aber Niemand eingefallen zu sein, einen Weg zur gänzlichen Beseitigung derselben (wenigstens für einen Lichtstrahl von einer bestimmten Wellenlänge absolut genau und für die Strahlen anderer Wellenlängen sehr nahe) anzugeben, wie ich ihn mit Erfolg bei den meisten grossen Objektiven, welche ich angefertigt, angewandt habe. Veröffentlicht habe ich niemals Etwas hierüber, nur einmal mit Prof. Quincke vor vielen Jahren darüber korrespondirt.

Mein Verfahren besteht darin, drei Flächen meiner Objektive streng sphärisch herzustellen und der 4ten Fläche (meist der letzten dem Okular zugekehrten) eine passende, nicht sphärische Kurve zu ertheilen, welche die Reste höherer Ordnung für die Mitte des Sehfeldes auf Null bringt. Man kann dies nun auf verschiedene Weise ausführen. Die technisch am leichtesten durchzuführende Art ist die, dass man einen kleinen Rest der sphärischen Ueberkorrektion (für die ganze Fläche) in der Rechnung lässt, unter der Voraussetzung, dass die 4te Fläche sphärisch sei. Es ist dann leicht, die Differenzen zwischen der unbekannten Kurve und der sphärischen in absolutem Maass für eine Anzahl Zonen des Objektivs durch Rechnung zu finden und praktisch mit Hilfe meiner Polirmaschine unter Kontrole meines Fühlspiegels auszuführen, indem man direkt nur die Differenz misst, welche mein Fühlhebel bis auf $^1/_{20}\,\lambda$ angiebt.

Ein anderer Vortheil ist noch mit dieser Methode verbunden, dass man mit Erfolg auch Konstruktionen anwenden kann (die anderweitige Vortheile bieten), welche man unter Beschränkung auf rein sphärische Flächen wegen des ihnen anhaftenden Fehlerrestes höherer Ordnung nicht hätte ausführen können. Kontroliren lässt sich die so erreichte vollkommene Aufhebung leicht dadurch, dass man das Objektiv vor einem Planspiegel (event. einem Quecksilberhorizont) in Autokollimation (sog. Foucault'sche Probe) [1]) untersucht. Im Fall der vollkommenen Aufhebung fährt die Grenze zwischen Hell und Dunkel wie ein Blitz über die ganze Fläche bei der geringsten Verstellung der Schneiden. Wendet man hierzu monochromatisches Licht verschiedener Farben an, so kann man natürlich auch solche Fehler kontroliren!

Will man diese Probe noch mehr verschärfen, so kann man meine Methode der potenzirten Autokollimation anwenden, welche darin besteht, dass man den

[1]) Vgl. *Recueil des travaux scientifiques de Léon Foucault. Paris. Gauthier Villars 1878. S. 232. Mémoire sur la construction des télescopes en verre argenté.*

Lichtkegel kurz vor seiner Spitze durch einen kleinen Planspiegel auffängt, welcher dem grossen Planspiegel parallel gerichtet ist und auf solche Weise die Fehlerreste multiplizirt, bevor der Lichtkegel das Auge des Beobachters erreicht. Von der Feinheit dieser Probe kann man sich nur einen Begriff machen, wenn man sie gesehen hat.

So weit mir bekannt geworden ist, wendet übrigens Alvan Clark ein ganz ähnliches Prinzip auf rein empirischem Wege an, und es ist einem Sachkenner dadurch leicht erklärlich, dass gute grosse Objektive, welche nach allen Regeln der Wissenschaft hergestellt sind, sich aber auf rein sphärische Flächen beschränken, wie die Untersuchung mit dem Probeglas solche liefert, nicht konkurrenzfähig sind!

Vorstehendes zeigt übrigens, wie sehr der spekulirende Theoretiker Gefahr läuft, den Boden der Wirklichkeit unter den Füssen zu verlieren, wie z. B. u. A. Herr Moritz Mittentzwei, welcher in seiner Abhandlung in *Nr. 2397 der Astronomischen Nachrichten* derartige irrige Behauptungen aufstellt, die nur dazu geeignet sind, das astronomische Publikum über die Qualität meiner Objektive irrezuleiten!

II. Um das absolute Quantum der sphärischen Aberration von vornherein auf ein Minimum für kleinere Objektive zu bringen, bei welchen sich die Anwendung des Verfahrens von I. nicht lohnen würde, habe ich mit Erfolg eine Konstruktion angewandt, die ich nirgends beschrieben finde.

Anstatt wie Euler früher vorgeschlagen, die Kronlinse ins Minimum der sphärischen Aberration zu stellen und dann durch Rechnung die Form der Flintlinse zu suchen, stelle ich das ganze Objektiv in das Minimum der sphärischen Aberration! Besonders vortheilhaft zeigt sich diese Konstruktion unter Anwendung der neuen Gläser von Schott & Gen., z. B. Kron No. 16 mit Flint No. 65. Die Innenflächen werden bei solchem Objektive fast gleich und liegen (was ein grosser Vortheil ist) am Rande auf, wodurch die Stanniolplättchen erspart werden und zwar in jedem Falle, es mag Kron oder Flint voranstehen. Auch kann der Sinusbedingung bei diesem Objektiv genügt werden, was nicht gut möglich ist, wenn man Euler's oben erwähnte Konstruktion anwendet. Bei Euler's Form werden die Reste der sphärischen Aberration (bei Anwendung rein sphärischer Flächen) sehr gross, bei meiner Konstruktion, zumal mit Gläsern wie No. 16 und No. 65, sehr klein!

Diese Gläser haben noch den Vortheil „Wind und Wetter" vertragen zu können.

III. Neue Konstruktion der Sucher für grosse Teleskope: Es ist für den Beobachter, zumal für astrophysikalische Arbeiten sehr angenehm, das Sucherokular unmittelbar neben dem Okular des Reflektors zu haben. Folgende Einrichtung schlage ich für diesen Zweck vor:

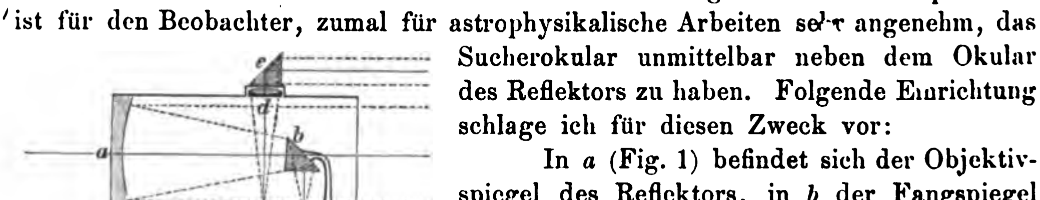


Fig. 1.

In a (Fig. 1) befindet sich der Objektivspiegel des Reflektors, in b der Fangspiegel (Plan-), event. ein dreiseitiges Prisma für Totalreflektion, in c das Okular. Nun ist der Haupttubus bei d entsprechend durchbohrt und trägt dort das Sucherobjektiv; vor dem Sucherobjektiv befindet sich gleichfalls ein unter 45° geneigter Planspiegel oder das totalreflektirende Prisma e, so justirt, dass die optische Axe des Objektivspiegels mit dem um 90° abgelenkten axialen Strahl

des Suchers parallel ist. In *f* befindet sich das Sucherokular mit gleicher Hervorragung und in passender Augendistanz vom Teleskopokular *c*, so dass man event. (bei nicht zu unbequemer Lage des Teleskops) mit beiden Augen zugleich das Feld des Suchers und das des Teleskops betrachten kann, um irgend ein schwieriges Objekt in die Mitte des Teleskopfeldes zu bringen.

Diese Einrichtung lässt natürlich noch mancherlei Abänderung in den Details zu, wozu u. A. gehören würde, dass man behufs Erweiterung des Sucherfeldes das Prisma *e* vom Okular aus kontrolirbar sowohl um die Sucheraxe drehen, als auch etwas neigen kann. Man kann auf solche Weise leicht ein Feld von der Grösse vieler Quadratgrade absuchen.

Fig. 2 stellt eine ähnliche Vorrichtung für den Sucher eines Refraktors dar, bei welcher die Einrichtung getroffen ist, dass der Beobachter (ganz nach seinem Willen) entweder das Bild des grossen Refraktorobjektivs oder das vom Sucherobjektiv erzeugte Bild unter Anwendung desselben Okulars und Fadennetzes betrachten kann. In dieser schematischen Skizze sieht man in *a* das Objektiv des Refraktors, in *b* dessen Okular (das zugleich als Sucherokular dient), in β das Fadennetz, in *c* am durchbohrten Tubus das Sucherobjektiv, in *d* entweder einen Planspiegel unter 45° geneigt, oder ein totalreflektirendes Prisma. Der unter 45° geneigte Planspiegel *e*, welcher von dem gekrümmten Arm *f* nebst Griff getragen wird, kann mit Hilfe dieses Arms in das Sehfeld des Refraktors gebracht werden, um das Bild des Suchers im Okular erscheinen zu lassen, und gleichfalls daraus entfernt werden. Ein Anschlag sichert seine Justirung. Der unter 45° von *e* reflektirte axiale Strahl des Okulars *b* durchsticht die Mitte des Sucherobjektivs *c* und wird durch das Spiegelprisma *d* der Hauptaxe des Refraktors parallel reflektirt.

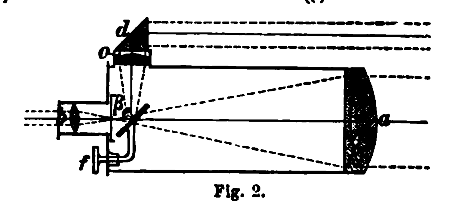


Fig. 2.

Zur Geschichte der Distanzmessung und Tachymetrie. [1])

Von
Prof. **Hammer** in Stuttgart.

In der *Zeitschr. f. Vermessungswesen, 18. S. 426 (1889)* habe ich darauf hingewiesen, dass man nicht so bestimmt, wie es bei uns immer geschieht, Reichenbach als den Erfinder, oder vielmehr als den ersten Erfinder des nach ihm benannten Entfernungsmessers angeben dürfe. Die dort ausgesprochene Absicht einer besonderen Mittheil ng hierüber sollen die folgenden Zeilen verwirklichen; ich füge auch gleich eine geschichtliche Bemerkung über das zweite Prinzip der „Distanzmessung" an, welches neben dem sog. Reichenbach'schen für die Geodäsie im engeren Sinne allein in Betracht kommt.

Die Notiz Jordan's (*Handbuch, 3. Aufl., II S. 556*): „Der Fadendistanzmesser wurde, wie es scheint, am Anfang dieses Jahrhunderts von Reichenbach in München oder von Porro in Mailand erfunden" (— vgl. auch a. a. O. S. 654, § 176; es wird dort die Mittheilung von Steppes in der *Zeitschr. d. Hannov. Ing.- u. Arch.-Ver. 1884 S. 456* wiederholt, nach der im Jahre 1813 die ersten Reichen-

[1]) Der erste Theil dieser Notiz ist bereits in der *Zeitschrift für Vermessungswesen* **20.** *S. 295 (1891)* erschienen und wird mit Genehmigung der Redaktion genannter Zeitschrift zum besseren Verständniss des zweiten Theiles hier wieder abgedruckt. D. Red.

bach'schen Distanzmesser, nach zweijähriger Erprobung der Vortheile des Instruments, dem Gebrauch übergeben wurden, man hätte also etwa 1810 als Jahr der Reichenbach'schen Erfindung anzusehen —) giebt v. Bauernfeind Veranlassung zu folgenden Bemerkungen (*Elemente 7. Aufl. I S. 417*): „Dieser Zweifel war unserer schon im Jahre 1856 ausgesprochenen bestimmten Behauptung gegenüber, dass Reichenbach der Erfinder des Fadendistanzmessers sei, kaum mehr erlaubt . . ."; es handelt sich dabei für v. Bauernfeind „wesentlich nur darum, die Münchener Erfindung gegen die um mehrere Jahrzehnte später erfolgte italienische Verbesserung des Distanzfernrohrs in Schutz zu nehmen". Allerdings kam erst durch die Kommission, welche im Auftrag des französischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten die eigenthümlichen Instrumente Porro's zu begutachten hatte, 1849 Kunde von der italienischen Tachymetrie in weitere Kreise; Porro selbst hat sogar erst drei Jahre später seine Instrumente und Methoden ausführlich beschrieben; aber die „Reichenbach'sche" Distanzmessung selbst war damals in Piemont „seit mehr als 20 Jahren mit grossem Erfolg eingeführt", im *Mêmorial du Dépôt de la Guerre, Tome IV.* (*Année 1826, Paris 1828*) wird ausdrücklich hervorgehoben, dass ein „*Ingénieur italien*" vor mehreren Jahren die nicht neue Idee der Mikrometerdistanzmessung in die Praxis eingeführt habe. So gross also ist der Zeitunterschied zwischen Reichenbach und Porro nicht. Ich will übrigens hier nicht weiter auf die Verdienste Porro's und seiner Nachfolger in Italien und Frankreich um die Tachymetrie eingehen, sondern im Folgenden nur zeigen, dass weder Reichenbach noch Porro die (erste) Erfindung des Fadendistanzmessers zuzuschreiben ist, sondern, soweit mir bis jetzt bekannt, dem schon in der eingangs angeführten Stelle genannten Engländer Green; der vorsichtige Ausdruck Jordan's war durchaus gerechtfertigt.

William Green, ein englischer Optiker und Mechaniker hat schon in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts entfernungsmessende Fernrohre hergestellt und sein Verfahren der Distanzmessung in der Schrift: „*Description and Use of an Improved Reflecting and Refracting Telescope and Scales for Surveying, London 1778*" beschrieben.[1]) Er hat sowohl Reflektoren als Refraktoren zur Distanzmessung eingerichtet durch Ausspannung der zwei festen Distanzfäden und Ablesung an diesen Fäden auf einer Latte; seiner Latte gab Green die Länge von 20 *links* (= 4,023 *m*)[2]), bei 4 Zoll (= 10 *cm*) Breite; die Lattentheilung ging bis auf $^1/_{10}$ *link* (2,01 *cm*). Die Latte war, wie damals üblich, nicht zum Selbstablesen eingerichtet, sondern es wurden zwei Zielmarken an der Latte auf die Fäden eingewiesen und sodann das Lattenstück durch den Lattenträger abgelesen. Green sagt, man messe so die Tangente oder Sehne, welche je nach der Entfernung der Latte dem kleinen konstanten Winkel entspreche, der durch die zwei festen Marken im Fokus des Fernrohrs gegeben sei. „Diese Methode ist sehr natürlich und einfach und wird bald in der Praxis üblich und damit immer mehr vervollkommnet werden."

[1]) Ich muss hier und im Folgenden, da es mir trotz aller Bemühungen nicht möglich war, dass äusserst selten gewordene Green'sche Original zu erhalten, nach Stanley, *Surveying and Levelling Instruments, London 1890* (und briefl. Mitth. von Stanley vom 10. März 1891) zitiren, wo einige wörtliche Auszüge aus der Schrift Green's gegeben sind. Ich bemerke übrigens, dass ich den wesentlichen Inhalt dieser Zeilen schon in einem Vortrage im Württemb. Verein für Baukunde (gedruckt Juli 1886) mitgetheilt habe.

[2]) 20 *links* sind $^1/_5$ von 1 *chain*, dem schon zu Anfang des 17. Jahrhunderts durch Gunter (den Erfinder des Rechenstabs) in England eingeführten und seitdem stets im Gebrauch befindlichen Feldlängenmaass; 1 *chain* — 66 *feet* = 20,1166 *m* wird in 100 *links* zerlegt.

Mit Vorliebe brachte Green seine entfernungsmessenden Refraktoren (die Reflektoren wurden bald aufgegeben) am Theodolit, nicht an der Kippregel an, und mit vollem Bewusstsein der Tragweite seiner Erfindung vergleicht er das neue Verfahren mit dem sonst damals meist üblichen der unmittelbaren und ausschliesslichen Längenmessung („lineare Konstruktion") für die Stückmessung. Das Instrument ist etwa in der Mitte des aufzunehmenden Feldes aufzustellen; „der Lattenträger hat sich auf jeden Eckpunkt der Grenzlinien des Feldes zu begeben und dort die Latte senkrecht zur Ziellinie des Teleskops aufzustellen . . ." (die Distanzfäden konnten übrigens, durch Drehung des Fernrohres um seine Zielaxe um 90°, horizontal und vertikal, im letzteren Falle also bei horizontal gelegter Latte, benutzt werden). „Nachdem alle Entfernungen und ebenso alle Winkel zwischen je zwei Visuren am Theodolit abgelesen sind, kann man die Aufnahme in der gewöhnlichen Art, d. h. mit dem Noniusprotraktor und Maassstab auftragen. . . . Der Feldmesser sieht ein, wie einfach der Flächeninhalt des Feldes trigonometrisch bestimmt werden kann, da" (in jedem der entstehenden Dreiecke) „zwei Seiten und der zwischenliegende Winkel gegeben sind. . . . Ich zweifle nicht daran, dass man im Ganzen finden wird, die teleskopische Methode" (der Längenmessung im Vergleich mit der Kettenmessung) „sei nicht nur bequem, genau und überall anwendbar, sondern durchaus unentbehrlich" (sie habe *„necessity itself to recommend it"*). „So kann ein Feldmesser in weniger als zwei Stunden alle Abmessungen eines ganz unregelmässigen Feldes erhalten, selbst wenn es 80 oder 100 *acres* gross und durch 20 oder 30 ungleiche Seiten begrenzt ist."

Green, der übrigens andeutet, dass er auf den Rath von Fachleuten hin zu seiner Erfindung gekommen sei, theilt auch schon die Resultate von Versuchsmessungen mit, welche über die Genauigkeit seiner Lattendistanzmessung Aufschluss geben; er findet, dass die thatsächlich erreichbare Genauigkeit über die Grenze hinausgehe, die theoretisch zu erwarten sei, wegen mehrerer der Methode eigenthümlicher und von ihr untrennbarer Vorzüge.

Green spricht ferner ausdrücklich davon, dass die Methode der Distanzmessung auch für die Höhenmessungen ausgenutzt werden müsse, „da man Entfernung und Neigung zu gleicher Zeit erhalten kann."

Er hat endlich neben seinem Mikrometer mit festen Distanzfäden auch schon eine Einrichtung angegeben, welche die Möglichkeit gewährt, den einen Faden etwas zu verschieben; im Okular des Fernrohrs befinden sich zwei feine Glasplättchen, deren jedes einen „Faden" trägt und die mit derjenigen Seite, auf welcher diese Linie eingerissen ist, unmittelbar aneinanderliegen, so dass die beiden Fäden in derselben Bildebene sich befinden. Von diesen beiden Glasplättchen ist nun das eine durch eine feine Schraube verschiebbar. Man kann diese Einrichtung benutzen, um den Abstand der Fäden zu rektifiziren; es war aber auch nur noch ein kleiner Schritt zum zweiten Prinzip der Lattendistanzmessung: konstanter Lattenabschnitt, Messung des mit der Entfernung sich verändernden Parallaxenwinkels durch die Mikrometerschraube, welches dem oben besprochenen Green'schen oder Reichenbach'schen: konstanter mikrometrischer Winkel, Messung des mit der Entfernung variablen Lattenabschnitts koordinirt gegenübersteht.

Mit den vorstehenden Zeilen will ich selbstverständlich durchaus nichts an den grossen Verdiensten Reichenbach's um Distanzmessung und Tachymetrie abbrechen oder der bayrischen „Ueberzeugung" entgegentreten; ich kann aber

auch hier nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass Reichenbach im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts mehrere Jahre lang (als Pensionär des Kurfürsten Carl Theodor) sich in England aufhielt und also mindestens die Möglichkeit vorliegt, dass er die Erfindung Green's gekannt habe. Irgend eine eigene Mittheilung des genialen und vielseitigen Konstrukteurs, der im Verein mit den unvergleichlichen Münchener Optikern und Mechanikern so Ausserordentliches für den astronomischen und geodätischen Messapparat geleistet hat, in welcher er die Erfindung des Fadendistanzmessers für sich in Anspruch nehmen würde, scheint nicht vorzuliegen.

Herr Professor Vogler hat schon mehrfach darauf aufmerksam gemacht (*Graph. Tafeln, S. 148*, ferner erst kürzlich in der *Zeitschr. für Vermessungswesen* **20.** *S. 145*), dass man die vorhin erwähnte zweite Art der Distanzmessung, wenigstens in der für die Praxis des Nivellirens benutzbaren Form der Schraubenmessung des kleinen Winkels, Hogrewe zuzuschreiben habe, nicht wie es gewöhnlich geschieht, Stampfer (z. B. von Bauernfeind, I, S. 417: „Diese letzteren Instrumente gingen von Professor Stampfer in Wien aus, der sie zuerst in dem 1839 erschienenen Buche „Anleitung zum Gebrauch des verbesserten Nivellirinstruments" beschrieb"). Es ist nun vielleicht nicht ohne Interesse, dass sich die praktische Anwendung dieser Distanz- und Höhenmessung schon etwas vor Hogrewe nachweisen lässt (wann zuerst?). Professor Tralles in Bern gebrauchte 1797 zum Nivelliren einer Basisstrecke bei Walperswyl (vgl. *Allgem. geogr. Ephemeriden*, *herausgeg. von v. Zach, Bd. I, 1798, S. 274*) ein Nivellirinstrument, dessen Zielaxe er absichtlich nicht genau parallel zur Libellenaxe zu machen suchte, da er es für sicherer hält, „ein kleines, aber zu beobachtendes e" (Winkel zwischen Zielaxe und Libellenaxe) „zuzulassen, als durch Versuche die Kollimationslinie des Fernrohrs der Libelle parallel zu machen und dann horizontal zu stellen". Für diese Nivellirung mit konstant unter e geneigter Ziellinie erhielt er aus einem Instrumentenstandpunkt C zwischen den Wechselpunkten A und B, deren Höhenunterschied bestimmt werden sollte, wenn in A bezw. B die vom Instrument einzuweisenden Stabzeichen (Lattenschieber) in den Höhen f, bezw. g über A und B gefunden und wenn die Entfernungen $CA = a$, $CB = b$ gemessen wurden, den Ausdruck:

$$A - B = g - f + (a - b)\,\mathrm{tg}\,e + \frac{a^2 - b^2}{2r};$$

das letzte Glied, die Korrektion für Erdkrümmung ist, wie das Hauptglied selbst, um so kleiner, je weniger a und b verschieden sind (Nivelliren aus der Mitte) und ebenso kommt auch bei den damals genommenen zwar langen, aber wenig verschiedenen Vor- und Rückblicken die Refraktion nicht in Betracht, so dass sie Tralles nicht in seine Formel aufnahm. „Da wo man", fährt nun Tralles fort, „einzig die Nivellirung zum Zweck hat, kann man ohne unmittelbare Messung der Entfernungen wie a und b die Sache verrichten, wenn das Fernrohr zum Nivelliren zugleich die Einrichtung hat, die nie fehlen sollte, kleine Winkel mit Genauigkeit zu messen" (hier kann nur eine Mikrometerschraube gemeint sein, die auch für andere Zwecke schon längst als Messschraube eingeführt war). „In diesem Fall nämlich kann man aus dem Winkelwerth einer bestimmten Entfernung auf den Stäben in A oder B die Entfernung genau genug herleiten."

„Nachtrag."

Aus Anlass der Veröffentlichung der vorstehenden Notiz sind mir mehrere Briefe mit dankenswerthen und mir z. Th. neuen Hinweisen u. s. f. zugekommen In einem dieser Briefe (von Herrn Kataster-Ingenieur Bojardo in Rom) wird die Erfindung des „Fadendistanzmessers" dem Mechaniker W. Green abgesprochen und Montanari zugeschrieben. Herr Bojardo hat mich dabei auf die Schrift von Prof. P. Riccardi (an der Universität Bologna) *„Cenni sulla Storia della Geodesia in Italia"* aufmerksam gemacht, die mir bisher nicht bekannt geworden war, und mich ferner auf die Ausführungen S. 278 und 279 der *„Istrumenti e Metodi moderni di Geometria applicata"* von Salmoiraghi verwiesen, die mir bei der Benutzung dieses Werks seither ebenfalls entgangen waren.

Bekanntlich hat man lange Zeit dem verdienten Astronomen Geminiano Montanari aus Modena überhaupt die Einführung des Fadenkreuzes und Fadenmikrometers im Fernrohr zugeschrieben; es haben aber Morin, Auzout und der treffliche Picard in Frankreich schon früher als Montanari durch das Fadenkreuz das Teleskop zum Messfernrohr gemacht, ja es darf jetzt als ausgemacht gelten, dass auch ihnen nicht das Verdienst der ersten (wenn schon der unabhängigen) Einführung zukommt: William Gascoigne hat schon etwa 1640 (er fiel, 24jährig, als Anhänger Cromwell's in der Schlacht bei Marston Moor 1644) vollständige Fadenmikrometer in seine Fernrohre eingezogen und sie zu Messung kleiner Winkel am Himmel verwendet. Dass er von seiner Erfindung auch schon geodätischen Gebrauch gemacht habe, scheint nicht nachweisbar. Wenn also Salmoiraghi sagt (*a. a. O. S. 278*) *„Nella seconda metà del secolo XVII l'italiano Geminiano Montanari propose pel primo, eravamo come ci è noto nei primordi dell' invenzione del cannocchiale (1609), l'uso di un eannocchiale nel cui campo fossero tesi dei sottilissimi fili, sensibilmente lontani, per misurare le distanze intercedenti fra il cannocchiale stesso e una stadia graduata, deducendola della misura di quella porzione di essa stadia la cui immagine cadeva tra i fili stessi"*, so ist es nicht zutreffend, wenn mit dem ersten Theil dieses Satzes Montanari als der Erfinder des Fadenmikrometers überhaupt bezeichnet sein soll, und der zweite Theil des Satzes ist jedenfalls unzutreffend insofern, als bei Montanari nicht die Rede von einer getheilten Latte ist, sondern von zwei festen Punkten auf einer Latte[1]); es wird nicht bei konstantem, durch zwei feste Fäden gegebenem mikrometrischen Winkel der mit der Entfernung variable Lattenabschnitt abgelesen, sondern bei konstantem Lattenstück wird der mit der Entfernung sich verändernde mikrometrische Winkel bestimmt und zwar mit Hilfe des Fadenmikrometers: Montanari's Erfindung gehört also nicht zu den Distanzmessern IIb, sondern IIa meiner Eintheilung (vgl. *Zeitschr. f. Verm.* **20.** *S. 194 (1891)*. Der auf den oben zitirten folgende Satz Salmoiraghi's: *„Si è sempre creduto che l'invenzione fosse dovuta all' inglese William Green il quale fece l'identica proposta nel 1769"* ist also irrthümlich und nur durch ungenaue Kenntniss der Erfindung Green's erklärlich (auch wäre für die angegebene Jahreszahl ein Nachweis erwünscht!); Riccardi, dem Salmoiraghi folgt, drückt (nachdem er seinerseits *„il telemetro del Porro"* unrichtigerweise nur *„una riproduzione de quello del Montanari"* genannt hat) die Sache besser so aus, dass er darauf aufmerksam macht, *„come sia ben facile il passagio del suo"* (i. e. del Montanari) *„distanziometro alla stadia di Wil-*

---

[1]) Die Originalschrift Montanari's: *„La livella diottrica del dottore Geminiano Montanari modenese"* (zuerst 1674 in 4° zu Bologna, dann 1680 in 12° zu Venedig erschienen) habe ich leider nicht einsehen können, ich war vielmehr im Obigen auf das Citat bei Riccardi angewiesen.

liam Green". Dies ist richtig, aber es ist ein wesentlicher Fortschritt von IIa (in der damals vorhandenen Form des Fadenmikrometers statt des Schraubenmikrometers) zu IIb und dieser Fortschritt scheint zuerst von Green gemacht worden zu sein.

Meine Ansicht über die Erfindung unserer heutigen wichtigsten Form des Distanzmessers habe ich also noch keine Veranlassung zu ändern; ich habe übrigens an dem in der Anmerkung zum Titel genannten Ort den Beisatz „soweit mir bis jetzt bekannt" nicht unterlassen, weil ich es immer noch für auffallend halte, dass der eben genannte Fortschritt nicht früher als im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts gemacht worden sein soll.

Uebrigens ist auch die in den vorstehenden Zeilen angedeutete Zurückversetzung der Anwendung eines Fadenmikrometers als eines ersten brauchbaren Distanzmessers IIa wohl interessant und unbekannt genug, um eine Uebersetzung der in Betracht kommenden Abschnitte aus Montanari (nach dem Citat bei Riccardi) zu rechtfertigen. Montanari betont zunächst, dass für viele Anwendungen ein Instrument nützlich sei, das von einem einzigen Standpunkt aus Entfernungen zu messen gestatte — bekanntlich lassen sich die Versuche zur Herstellung eines brauchbaren Entfernungsmessers dieser Art weit über das „*Pantometrum Paceccianum*", das nach dem wenig kritischen jüngeren Tob. Mayer immer als Anfang gilt (s. z. B. *Jordan, Handbuch Bd. II, S. 586*) zurückverfolgen —; die Messung kleiner Dreiecke sei nämlich im Feld durch Messungshindernisse oft genug erschwert oder unmöglich gemacht; seine Erfindung gestatte in solchen Fällen die Aufnahme von Plänen und die Bestimmung von Höhenunterschieden ohne Trigonometrie. „In der Okularröhre des Fernrohrs ist ein rechteckiges Kästchen angebracht, welches ein Netz von gleichabständigen, horizontal ausgespannten Haaren enthält; jedes fünfte von diesen ist stärker. Dieses Fadennetz theilt die Bilder der mit dem Fernrohr betrachteten Gegenstände; man kann bei festliegendem Fernrohr ablesen, über das wie Vielfache des konstanten Abstands zweier Fäden und den wievielten Theil eines solchen Abstands (durch das Auge leicht zu schätzen) das Bild eines bestimmten Gegenstandes sich erstreckt. Um also die Entfernung eines Objekts zu bestimmen, muss man dessen Höhe oder Länge, oder die Grösse eines ausgezeichneten Theils desselben messen, z. B. die Höhe einer Säule, eines Fensters und dergl.; wenn sich an dem Ort, dessen Entfernung zu bestimmen ist, kein brauchbarer Gegenstand befindet, so muss man eine Latte daselbst aufstellen, an deren Enden, um diese leichter sichtbar zu machen, zwei Stücke weisses Papier befestigt sind, und nun den Abstand dieser beiden Papierstücke messen. Multiplizirt man diesen Abstand mit der Konstanten des Fernrohrs („*numero del cannocchiale*"), einer Zahl, die auf dem Kästchen des Fadennetzes eingravirt ist und die sich für ein und dasselbe Fernrohr und für alle beliebigen Entfernungen nicht verändert, wohl aber für verschiedene Fernrohre verschieden ist, so hat man im Fernrohr nur noch sorgfältig abzulesen („*notar bene con diligenza*"!), wie viel Fadenabstände das Bild dieses Lattenstücks (oder des sonst genommenen Gegenstandes) einnimmt; dividirt man mit dieser Zahl in das vorhin erhaltene Produkt, so erhält man die gesuchte Entfernung vollständig richtig" („*perfettamente giusta*").

Es wird also hier zweifellos, im Gegensatz zu Green, der parallaktische Winkel, oder gleich dessen tang, abgelesen bei gegebenem festem Lattenstück. Dieses Verfahren IIa ist bekanntlich lange bevor der jüngere Tob. Mayer und

Kästner, lange bevor Tralles (vgl. oben den ersten Abschnitt), Hogrewe u. A. die Schraubenmikrometer-Messung des diastimometrischen Winkels einführten, auf demselben Wege, den Montanari eingeschlagen hatte, durch die ausgezeichneten Glasmikrometer Brander's (Mitte des vorigen Jahrhunderts), die Lambert in einer eigenen Abhandlung erläutert hat, wesentlich gefördert worden. Man kann Weiteres über die Anwendung solcher Mikrometer nachlesen in einer interessanten Schrift von G. G. Schmidt (Prof. math. Giessen) *„Vollständiger Unterricht über den Gebrauch der Mikrometer zur Bestimmung von Entfernungen auf der Erde“* (Frankfurt 1795, in 8°); ich will hier nicht näher auf diese Schrift eingehen, deren Verfasser sich zur Aufgabe macht, „den Gebrauch des Mikrometers bei militärischen und geometrischen Aufnahmen — wo möglich — allgemeiner, als bisher zu machen“; es werden übrigens nur Fadenmikrometer (oder vielmehr Strich-Mikrometer auf Glas) behandelt, allerdings z. Th. mit Benutzung einer konstanten Latten-Basis am Endpunkt der zu messenden Entfernung (S. 21).

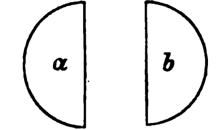
Einrichtung der Spalten an Polarisationsphotometern, um auch ohne Achromatisirung der Kalkspathprismen vollständige Achromasie der Grenzlinie zu erhalten.

Von

Dr. **S. Czapski** in Jena.

Bei Photometern jeder Art ist es bekanntlich ein Haupterforderniss für die Genauigkeit der Resultate, dass die Flächen, deren Helligkeit miteinander verglichen werden soll, in einer scharfen Grenzlinie aneinanderstossen und selbstverständlich dürfen nicht gerade an dieser Grenzlinie störende Nebenerscheinungen die Vergleichung der Helligkeit der aneinanderstossenden Flächen erschweren.

Bei den Polarisationsphotometern ist die Einrichtung meistens die, dass von zwei oder mehr am einen Ende des Apparats befindlichen, um einen gewissen Abstand d von einander entfernten Oeffnungen a, b durch Doppelbrechung je zwei Bilder a_o, a_e, b_o, b_e erzeugt werden (Fig. 1). Die Grösse der Doppelbrechung wird mit dem gegenseitigen Abstand der Oeffnungen in eine solche Beziehung gesetzt, dass dann in Folge der Doppelbrechung die Bilder a_o und b_e gerade aneinander grenzen, wie in Fig. 1 dargestellt.



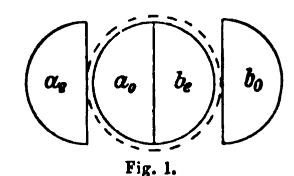


Fig. 1.

Da mit der Brechung im Allgemeinen stets eine Dispersion verbunden ist, so hat sowohl die rechte Grenzlinie von a_o als die linke von b_e einen farbigen Saum und da ferner das Zerstreuungsvermögen des Kalkspathes für den ordentlichen Strahl ein erheblich verschiedenes ist von dem für den ausserordentlichen Strahl, so ist es auf keine Weise möglich, gleichzeitig beide Grenzlinien zu achromatisiren. Das Aeusserste, was man in dieser Richtung thun kann, ist, zur theilweisen Achromatisirung des Kalkspathprismas ein Flintglas zu benutzen, dessen Zerstreuungsvermögen zwischen dem des ordentlichen und des ausserordentlichen Strahles im Kalkspath liegt, sodann den ordentlichen und den ausserordentlichen Strahl um gleichviel nach entgegengesetzten Seiten abzulenken und die unvermeidliche Chromasie auf beide gleichmässig zu vertheilen. Ein Photometer dieser Einrichtung wurde im Sommer vorigen Jahres von der optischen Werkstatt von Karl Zeiss Herrn Prof. Hering in Prag geliefert.

Es bleibt aber auch in diesem Falle ein primärer Farbensaum an der einen wie an der andern Grenzlinie bestehen, welcher das Urtheil über die erstrebte Gleichheit der Helligkeit in beiden Feldern erschwert. Es scheint mir nun, dass diese Farbensäume durch ein sehr einfaches Mittel beseitigt werden können, — auf welches, soviel ich habe finden können, noch Niemand verfallen ist, so nahe es auch liegt, — ohne dass man nöthig hätte, das Kalkspathprisma überhaupt zu achromatisiren.

Wenn man nämlich, statt wie in Fig. 1 die Oeffnungen symmetrisch einander gegenüber zu stellen, um durch Doppelbrechung das Aneinanderstossen der einander zugewandten Grenzlinien zu bewirken, diese Oeffnungen anordnet wie in Fig. 2, sodass die Grenzlinien in die Ebene der Doppelbrechung fallen, so wird bei entsprechender Anordnung der übrigen Theile durch die Doppelbrechung das ordentliche Bild A_o der einen Oeffnung über das ausserordentliche B_e der anderen Oeffnung geschoben und in den Grenzlinien, mit welchen die Oeffnungen auf diese Weise aneinanderstossen, treten durchaus keine Farbensäume auf, aus dem einfachen Grunde, weil in der Richtung senkrecht zu diesen Grenzlinien weder eine Ablenkung, noch eine Dispersion stattfindet.

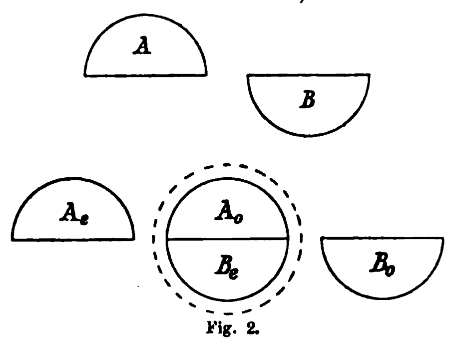


Fig. 2.

Man muss die Oeffnungen A, B (Fig. 2), wie eine leichte Ueberlegung zeigt, bei gleichem Kalkspathprisma kleiner wählen oder näher aneinanderrücken als die Oeffnungen a, b (Fig. 1), um den richtigen Effekt zu erhalten. Aber da, wie schon erwähnt, bei dieser Einrichtung gar keine Achromatisirung des Kalkspathprismas nöthig ist (mit welcher nothwendig auch immer ein erheblicher Theil seiner Ablenkungswirkung kompensirt wird), so kann man die Ablenkungswirkung durch Doppelbrechung hier erheblich stärker gestalten als im ersteren Falle, und auf diese Weise ohne Unbequemlichkeit sogar viel grössere und weiter von einander entfernte Oeffnungen verwenden als bei der jetzt üblichen Einrichtung.

Wenn die untere Grenzlinie von B nicht genau in der Fortsetzung der oberen von A liegt, so kann durch eine geringe Drehung des Kalkspaths um die Sehrichtung der Fehler kompensirt werden.

Die hier beschriebene Einrichtung kann bei allen Apparaten Anwendung finden, bei welchen in der angedeuteten Weise durch Doppelbrechung das Aneinandergrenzen des ordentlichen und ausserordentlichen Bildes zweier Oeffnungen bewirkt wird.

Eine neue Vorrichtung zum schnellen Wechseln von Mikroskopobjektiven.

Von
H. Boas in Zürich.

Der Grund, welcher mich vor allem zur Konstruktion eines neuen Objektivwechslers bewog, war die Unanwendbarkeit der bisherigen derartigen Apparate an kleineren Mikroskopen, das heisst solchen, welche zur groben Einstellung nicht mit Schlittenführung des Tubus und Zahn und Trieb, sondern mit Schiebhülse und darin auf- und abgleitendem Tubus versehen sind. Für derartige Instrumente, welche sich doch wohl auch einer sehr ausgedehnten Anwendung

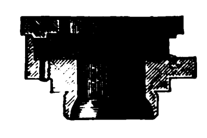
erfreuen, war früher nur der Nachet'sche Wechsler brauchbar, doch hat derselbe, zumal in Deutschland, nie viel Anklang gefunden.

Da nämlich bei den meisten Instrumenten der Zwischenraum zwischen dem Unterrande der Schiebhülse und dem Tisch ein nur kleiner ist, so ist für solche Instrumente nur eine Wechselvorrichtung bequem anwendbar, deren ganzer Durchmesser kleiner oder höchstens ebenso gross als derjenige des Tubus ist, damit man sie sammt dem Tubus ungehindert durch die Schiebhülse hindurch bewegen kann, was bei Objektiven, deren Messingfassung etwas lang und deren Brennweite gross ist, sogar nothwendig wird. Doch auch für grosse Instrumente ist der Gebrauch des neuen Wechslers bequem, namentlich gegenüber dem weit verbreiteten Revolver, welcher in Folge der gerade ausser Anwendung befindlichen Systeme, bei jeder an dem zu untersuchenden Präparate unter dem Mikroskope vorzunehmenden Manipulation, im höchsten Grade störend ist. Ausser dem Revolver finden noch zwei Apparate eine ausgedehnte Anwendung, nämlich erstens der Zeiss'sche Wechsler, dessen Gebrauch recht bequem ist und dann die Objektivzange, welche, wie ich glaube, von Secchi erfunden, dann lange in Vergessenheit gerathen und erst vor einigen Jahren von Fuess in Berlin wieder angefertigt und auch wohl recht beliebt ist. Der Nachtheil dieser sonst so einfachen und darum recht praktischen Einrichtung liegt jedoch in dem beim jedesmaligen Wechsel von Objektiven nothwendigen Heben des Tubus, ein Umstand, den man bei der Untersuchung oft als unangenehme Störung empfindet. Ich habe es mir also angelegen sein lassen, eine derartige Konstruktion zu treffen, welche erstens eine bequeme Anwendung an allen Mikroskopmodellen gestattet, zweitens für beliebig viele Systeme verwendbar und drittens einen einfachen Wechsel ohne das lästige Heben des Tubus zulässt und dabei doch ein genügendes Festsitzen der Systeme bei vollkommenster einer Verschraubung gleicher Zentrirung gewährleistet und ausserdem einfach ist, so dass seine Anschaffung nur mit geringen Kosten verknüpft ist.









Die beistehende Abbildung zeigt den Wechsler in $^4/_5$ der wirklichen Grösse nebst dem für die einzelnen Objektive nöthigen Anschlussringe. Der eigentliche Wechsler *a* wird statt eines Systemes in der gewöhnlichen Weise durch Anschrauben am Tubus befestigt, während die zu benutzenden Objektive mit Anschlussringen *b* versehen werden, welche mit ihrem vorstehenden Rande in eine in die Schlussplatte *S* eingedrehte Rinne genau passen müssen. Diese Schlussplatte ist nach einer Seite offen, um dort dem Hals des Anschlussringes den Durchgang zu gestatten. Eine im Innern des Hauptstückes angeschraubte hufeisenförmige gebogene Stahlfeder *f* hat den Zweck, den eingeschobenen Ring mit sanfter Gewalt in die Rinne herabzudrücken. Die Schlussplatte wiederum ist durch vier Schrauben mit dem Hauptstück *a* fest verbunden und ausserdem noch mit einem gleichzeitig mit der vorerwähnten Rinne angedrehten Falz eingepasst, so dass durch die Verbindung eine genaue Zentrirung des Ringes mit dem daran geschraubten Objektiv zur Axe des Tubus mit grösster Genauigkeit gewährleistet

wird. Beim Gebrauch hat man nur nöthig, das mit einem Ringe versehene Objektiv in den Wechsler von der Seite her einzuschieben; will man das Objektiv entfernen, so lässt es sich nach schwachem Hochdrücken mit Leichtigkeit wieder herausziehen, ohne dass man nöthig hätte, an der Tubuseinstellung etwas zu verändern, vorausgesetzt, dass die Länge der Objektivfassung einigermaassen nach der Brennweite abgeglichen ist. Die Sorge, welche ich anfänglich hegte, dass durch den Zwischenraum zwischen Anschlussring und Hauptstück störendes seitliches Licht in den Tubus gelangen möchte, hat sich durch den Gebrauch als unbegründet herausgestellt; selbst wenn die Umgebung sehr hell erleuchtet ist, während man bei ziemlich dunklem Gesichtsfelde beobachtet, ist es nicht möglich, den geringsten Reflex wahrzunehmen. Ich habe einen solchen Apparat seit zwei Jahren im steten Gebrauch und trotzdem ich viel mikroskopirt habe, ist noch nicht der kleinste Fehler entstanden, sodass ich denselben mit gutem Rechte einer allgemeineren Benutzung anempfehlen kann.

Bemerkung zu der Abhandlung: „Eine freie Hemmung mit vollkommen unabhängiger und freier Unruhe oder Pendel. Von D. Appel.“

Zu obiger Abhandlung bezw. zu der am Schlusse derselben angehängten Bemerkung (Vgl. *das diesjährige Januar-Heft dieser Zeitschr. S. 21*) theilt uns Herr Cl. Riefler in München, unter Hinweis auf eine von ihm im *Bayr. Industrie- u. Gewerbeblatt 22. S. 113* (*1890*) veröffentlichte Abhandlung freundlichst mit, dass ihm die Priorität des Prinzips „einer freien Hemmung mit vollkommen unabhängiger und freier Unruhe oder Pendel“ gebühre. Die betreffende Stelle lautet:

> Die erste Konstruktion eines Echappements, bei welchem dieses Prinzip zur Anwendung kam, wurde von mir im Jahre 1869 gemacht und ein Modell davon während der Osterferien des genannten Jahres ausgeführt. Allein eine praktische Bedeutung konnte diese erste Konstruktion ebensowenig gewinnen wie eine ganze Anzahl anderer Konstruktionen, die ich im Laufe der Jahre ausführte, und zwar hauptsächlich deshalb, weil sie einerseits nicht mit der nöthigen Ruhe arbeiteten, andererseits aber viel zu komplizirt waren, und die Sicherheit des Funktionirens einer Uhr fast noch mehr als irgend einer anderen Maschine in hohem Grade von der Einfachheit der Konstruktion abhängig ist.
>
> „Erst zu Anfang vorigen Jahres (1889) ist es mir gelungen, die Konstruktion des nachfolgend beschriebenen Echappements zu finden, welches theoretisch vollkommen ist und gleichzeitig durch eine fast überraschende Einfachheit sich auszeichnet. Ueberdies ist dasselbe auch verwendbar für Pendeluhren mit vollständig freiem Pendel.“

Hiernach gebührt die Priorität des Prinzips allerdings Herrn Riefler. Herrn Appel kommt aber trotzdem, unabhängig von Herrn Riefler, die Priorität der ersten für die Bewegung eines Aequatoreals geeigneten Verwerthung des Prinzips zu.

Ueber die Bemühungen anderer Techniker, das Prinzip praktisch auszuführen, macht uns Herr Riefler noch folgende Mittheilungen:

„Zu Anfang der 80er Jahre wurden, wie mir Herr L. A. Groselande, Professor an der Uhrmacherschule zu Genf, mittheilte, von diesem selbst, wie in

Besançon Versuche gemacht, dieses Prinzip für Unruhuhren zu verwerthen. In die gleiche Zeit dürften auch die Versuche fallen, welche hierüber (gleichfalls mit Unruhuhren) in Schweden sowie von Herrn M. Petersen in Altona gemacht worden sind."

Von Herrn Appel, welcher die von Herrn Riefler beanspruchte Priorität anerkennt, sind uns im Anschluss hieran folgende Mittheilungen zugegangen:

Die mit der von mir beschriebenen, nach Sternzeit regulirten Hemmung erzielten Resultate an dem Gange des betreffenden 4zölligen Aequatoreals sind trotz des zu überwindenden Ueberschusses an Triebkraft ausgezeichnet. Das Uhrwerk hat während seiner Prüfung (als Triebwerk) so vortrefflich funktionirt, dass ein im Meridian in der Nähe des Aequators eingestellter Stern an beiden Seiten des Vertikalfadens kaum merkbare Lichtschwankungen zeigte. Diese Prüfungen habe ich an mehreren Abenden im Juni 1890 wiederholt und stets dieselben Resultate erzielt. — Ausser der beschriebenen Form habe ich noch zwei andere ähnliche Konstruktionen mit drei Hebezähnen, ferner zwei Konstruktionen mit einfachem Steigrad mit 15 Zähnen, und auch eine mit einem Exzenter und mit einem Ruhezahn. Ueber mein elektrisches nach demselben Prinzip konstruirtes Pendel werde ich bald Mittheilung machen können."

Berichtigend sei endlich erwähnt, dass es in derselben Abhandlung

S. 20 Z. 3 von oben statt Swassy heissen muss Swasey, und
" " " 5 " " " Loth-Thomas " " Seth-Thomas.

Die Redaktion.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ein Intensivnatronbrenner.

Von Dr. **H. E. J. G. du Bois** in Berlin.

(Aus dem Physikalischen Institut der Universität.)

Erst neuerdings hat man angefangen, sich von der traditionellen Salzperle und deren unmittelbaren Abänderungen[1]) loszusagen und auf Mittel zu sinnen, sich Natronlicht von grösserer Helligkeit zu verschaffen. Die landläufigen Anschauungen über das Glühen von Metalldämpfen erscheinen zwar durch neuere Versuche von Herrn E. Pringsheim[2]) im Grunde erschüttert. Trotzdem wird es für unsern jetzigen, rein praktischen Zweck in erster Linie auf die Erfüllung zweier Hauptbedingungen ankommen: Einmal höchste erreichbare Flammentemperatur, zweitens Anwesenheit der grösstmöglichen Menge aktiven Dampfes in der Flamme. Denn wenn es sich auch allgemein bestätigen sollte, dass die Temperatur als solche nicht die ihr bisher zugemuthete Hauptrolle spielt, so wäre in unserm Falle eine hochtemperirte Flamme schon mittelbar zur Erfüllung der zweiten Bedingung erforderlich. Man wird daher zunächst zur Knallgas- bezw. Sauerstoff-Leuchtgasflamme greifen; der zweiten Bedingung ist dadurch zu genügen, dass man eine grosse Menge Substanz pro Zeiteinheit zum Verdampfen bringt.

Neben der Anwendung von Salzen ist hierzu diejenige metallischen Natriums empfohlen worden; auch ist von zerstäubten Salzlösungen („*Sprays*") Gebrauch gemacht.

[1]) Literatur: Kayser, *Lehrbuch der Spektralanalyse, § 48, Berlin 1883.* Edelmann, *Neuere Apparate u. s. w. 1. S. 72. Stuttgart 1882* (Hohlkegel aus Kohle, innen mit Gemisch des Salzes und pikrinsauren Ammoniaks bekleidet). Laspeyres, *diese Zeitschrift 1882. S. 96* (Platindrahtnetze) Landolt, *diese Zeitschr. 1884. S. 390* (Landolt-Muencke'scher Brenner). Fleischl von Marxow, *Wied. Ann. 38. S. 175. (1889)* (Bromnatriumperle).

[2]) E. Pringsheim, *Wied. Ann. 45. S. 428. (1892.)*

Das geschah u. A. durch Gouy[1]), welcher dabei fand, dass innerhalb gewisser Grenzen das Leuchtvermögen der Flammen der Quadratwurzel aus der pro Zeiteinheit verbrauchten Salzmenge proportional sei; indessen dürfte der Giltigkeitsbereich dieses Satzes nur ein beschränkter sein. Ich habe mit Natriummetall sowohl wie mit Lösungsstaub Versuche angestellt, bin aber zu den festen Salzen zurückgekehrt, da diese ein ungleich saubereres Arbeiten bei grösserer Helligkeit gestatten. Die schliesslich am zweckmässigsten befundene Anordnung möchte ich im Folgenden kurz beschreiben.

Die benutzte Flamme war die eines Linnemann'schen Brenners; solche sind schon von dem Erfinder selbst sowie von verschiedenen anderen Forschern zum vorliegenden Zwecke benutzt, indem in üblicher Weise Salzperlen hineingeführt wurden.[2]) Indessen ist dieses Verfahren bei längeren Beobachtungen wenig praktisch, da der Platindraht leicht schmilzt, die Perle jeden Augenblick erneuert werden muss und sich andere Unzuträglichkeiten ergeben. Ich habe daher zunächst nach Herrn Lummer[3]) mit Natriumsalzen gefüllte Glasröhrchen angewandt, die in der aus der Figur ersichtlichen Weise in den heissesten Flammenquerschnitt gehalten wurden. Auch diese Methode bietet noch manche Nachtheile, sodass ich schliesslich dazu kam, Stifte direkt aus den Salzen herzustellen. Dazu kann man sie entweder in Formen giessen oder besser, fremde Bindemittel anwenden.

Die besten Resultate erhält man mit solchen „Natronstiften" von 0,4 *cm* Durchmesser und 12 bis 15 *cm* Länge, die aus Natriumbicarbonat, Natriumbromid und Traganth in bestimmten Verhältnissen dargestellt werden. Diese sind bedeutend schlechtere Wärmeleiter als die gegossenen Salzstangen, schmelzen und verdampfen daher nur an der in der Flamme befindlichen äussersten Spitze. Der porös verkohlende Traganth trägt vermuthlich zur Reduktion der noch flüssigen Salze bei, die sich dann vollends in Dampfform vollzieht. Wegen des stark hygroskopischen Bromnatriums sind diese Stifte in Büchsen oder Gläsern zu verwahren, am Besten über etwas ungelöschtem Kalkpulver.

Zum Einführen der Natronstifte in die Flamme dient eine Führung mit Zahngetriebe, welche vom Beobachter aus beliebiger Entfernung mittels eines langen Schlüssels regulirt wird.[4]) Zur Instandhaltung der grössten Helligkeit lässt man pro Minute ein bis zwei Zentimeter der Natronstifte verdampfen. Dieser erhebliche Materialverbrauch ist nach den vorausgeschickten allgemeinen Erörterungen *conditio sine qua non* und daher unumgänglich. Zur Beseitigung der aus der Flamme tretenden Dämpfe ist das Brennergehäuse mit einem runden Ansatz versehen, von dem aus es sich empfiehlt, ein Metallrohr von einigen Zentimeter lichter Weite ins Freie, bezw. in einen Abzug zu leiten.

Der weissglühende Kopf des Natronstiftes wird abgeblendet und die Flamme darüber leuchtet nun mit blendendem Glanze. Vor ihr (in der Figur links) befindet sich im Brennergehäuse ein etwa 0,7 *cm* breiter und 4 *cm* hoher Spalt, der nun mittels passender Dioptrik als Lichtquelle zu den verschiedensten Versuchen dienen kann.

Das Emissionsspektrum des Natriumdampfes erscheint vollständig[5]); neben den

---

[1]) Gouy, *Ann. Chim. et phys. V. 18. S. 5. (1879).* Auch Ebert, *Wied. Ann. 32. S. 345. (1887);* S. v. Arrhenius, *Wied. Ann. 42. S. 19. (1891);* E. Pringsheim, *Wied. Ann. 45. S. 426. (1892.)*

[2]) Linnemann, *Wien. Ber. 92. 2. Abth., S. 1252. (1885.)* Hennig, *Götting. Nachr. Nr. 13. S. 365. (1887.)* Drude, *Wied. Ann. 34. S. 490. (1888.)*

[3]) Lummer, *Verh. physik. Gesellsch. Berlin, 9. S. 36. (1890.)*

[4]) Man könnte auch ein Uhrwerk benutzen wie bei den Magnesiumbrennern. Der beschriebene Apparat wurde von Herrn Universitätsmechaniker Oehmke hierselbst ausgeführt und kann nebst Natronstiften von ihm oder von der Firma Schmidt & Haensch bezogen werden. Demonstrirt wurde er der 2. Abth. d. Naturf. Vers. zu Halle, 24. Sept. 1891.

[5]) Vgl. Kayser, a. a. O. S. 304.

ungeheuer vorherrschenden D-Linien erblickt man am deutlichsten das grüne und ein schwächeres rothes Linienpaar. Für die meisten Untersuchungen ist es daher nothwendig, das Licht durch absorbirende Körper noch möglichst zu reinigen[1]; ein absolut monochromatisches intensives Licht gehört eben zu den frommen Wünschen.

Noch ist zu bemerken, dass man sich in Fällen, wo grosse Helligkeit nicht nothwendig ist, mit Vortheil statt der Natronstifte gewöhnlicher dünner Stäbchen aus Natronglas bedient. Diese geben freilich bedeutend weniger Licht; dafür verdampfen sie um so langsamer. Es dürfte ein Leichtes sein, Salze anderer Metalle, wie Lithium, Thallium u. s. w. in ähnlicher Weise zu Stiften zu verarbeiten, falls dafür ein Bedürfniss entstände. Zum Schlusse möchte ich auch an dieser Stelle dankend Herrn Prof. W. Spring in Lüttich erwähnen; ihm verdanke ich Proben verschiedener Natriumsalzpulver, welche in seinem bekannten Kompressor[2] unter 5000 Atm. Druck auch ohne Bindemittel zu massiven Zylindern wurden.

30. März 1892.

Naturforscherversammlung in Nürnberg vom 12. bis 16. Sept. d. J.

Auf Anregung der Geschäftsführer der 65. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte haben wir die Vorbereitungen für die Verhandlungen der Abtheilung Nr. 32 (Instrumentenkunde) übernommen und beehren uns hiermit, die Herren Vertreter des Faches zur Theilnahme an den Sitzungen ganz ergebenst einzuladen.

Wir bitten, Vorträge und Demonstrationen frühzeitig — vor Ende Mai — bei dem unterzeichneten Einführenden anmelden zu wollen, da die allgemeinen Einladungen, welche Anfang Juli versendet werden, bereits eine vorläufige Uebersicht über die Abtheilungs-Sitzungen bringen sollen.

Der Einführende:	Der Schriftführer:
Dr. Hartwig, kgl. Reallehrer,	Johann Trötsch, kgl. Reallehrer,
Paniersplatz 17.	Glockenhofstrasse 26.

Referate.

Spektrographische Studien.

Von E. v. Gothard. *Math. u. Naturw. Berichte aus Ungarn. Bd. IX. (1891.)*
(Auszugsweise vom Herrn Verfasser mitgetheilt.)

Im ersten Abschnitt der Abhandlung sind diejenigen Instrumente beschrieben, welche Verfasser für seine Spektraluntersuchungen konstruirte und in der eigenen Werkstatt ausführte. Der kleinste Apparat, mit Quarzlinsen und Doppelspath-Prismen, ist für teleskopischen Gebrauch bestimmt, die Spektra der Fixsterne zu photographiren. Der mittlere ist mit einem Wernicke'schen Flüssigkeitsprisma versehen; er kann nur im Kabinet gebraucht werden für Aufnahmen des Sonnen-, Funken- und Röhren-Spektrums. Als Nebenapparate dienen ein kleiner Heliostat mit Uhrwerk, und feine Präzisionsstative für die Metallelektroden und für die Geissler'schen Röhren. Der grösste Apparat, mit einem Rowland'schen Konkavgitter, ist im Bau begriffen. Verfasser beschreibt ferner sein Universalmessinstrument, mit welchem die Spektral- und astronomischen Photographien ausgemessen werden. Die Linienintervalle bezw. Sterndistanzen werden mit einer sehr feinen Millimetertheilung mit Hilfe zweier Mikroskope bestimmt.

Ferner sind die Verfahren erörtert, nach welchen die Geissler'schen Röhren mit

---

[1] Einige Rezepte seien hier zusammengestellt: Verdet, *Oeuvres 1. S. 219* ($K_2Cr_2O_7 + NiSO_4$); Lippich, *Wien. Ber. 99. 2. Abth. S. 695. (1890)* ($K_2Cr_2O_7 + CuCl_2$); nach einer gefälligen mündlichen Mittheilung des Herrn Prof. Lippich erhält man mit Uransulfat noch bessere Resultate als mit Kupferchlorid, worüber demnächst des Nähern in *dieser Zeitschrift* berichtet werden soll; Uppenborn, *Elektrotechn. Kalend. 1891, S. 50* ($FeCl_3 + NiCl_2$); Kirschmann, *Wied. Beibl. 15. S. 420. (1891)* (kombinirte Gelatinetafeln).

[2] W. Spring, *Bulletin de l'Acad. roy. de Belg. (2) 49. S. 344. (1880).*

einer Schuller'schen Quecksilberluftpumpe hergestellt werden, ebenso die Einstellung und Anwendung des Spektrographen bei verschiedenen Arbeiten.

Der zweite Theil enthält die am Nitrogenspektrum angestellten Untersuchungen, mit dem mittleren Spektrographen ausgeführt.

Die Abhandlung bildet die Fortsetzung einer ähnlichen Arbeit von Dr. B. Hasselberg; um einen besseren Anschluss zu haben, wiederholt Verfasser die Hasselberg'schen Messungen an den zwei letzten Banden (ν und ο) und hat die Wellenlängen der Linien bis $\lambda = 365$ bestimmt. Er untersuchte dabei die erste ultraviolette (4.) Cyanbande. Die Genauigkeit der Resultate ist ganz befriedigend. Die Abmessungen der Cyanbande stimmen mit derjenigen von Kayser und Runge fast vollkommen. Die grösseren Abweichungen von den Hasselberg'schen Werthen finden ihre Erklärung in dem Umstande, dass Hasselberg das Angström'sche und Verfasser das Rowland'sche System zu Grunde gelegt hat; nach Reduktion auf dasselbe System kommen nur ganz geringe Differenzen in der dritten Dezimalstelle des $\mu\mu$ vor.

Ueber die Löslichkeit einiger Gläser in kaltem Wasser.

Von F. Kohlrausch. *Wied. Ann. N. F.* **44.** *S. 577 u. Chem. Ber.* **24.** *S. 3560. (1891.)*

Die Methode, nach welcher der Verfasser die Löslichkeit von Gläsern bestimmt, ist im Wesentlichen dieselbe, mit welcher auch Pfeiffer (vergl. *diese Zeitschrift 1892. S. 26*) gearbeitet hat. Die Aenderung, welche das elektrische Leitvermögen von Wasser erleidet, wenn dieses sich in Berührung mit Glas befindet, bildet ein Maass für die aus dem Glase in Lösung gehenden Bestandtheile. Die Versuche werden zum kleineren Theil mit Flaschen — also mit messbaren Oberflächen — aus verschiedenen Gläsern angestellt, beziehen sich aber zumeist auf sehr feine Glaspulver. Hierdurch wird allerdings bezüglich der Grösse der wirkenden Oberfläche eine nicht zu unterschätzende Unsicherheit in die Versuche eingeführt; der Verfasser äussert sich daher über dieselben wie folgt: „Streng messend sind die Versuche also nicht; ± 30% Fehler können der Vergleichung der Gläser anhaften. Aber es hat doch Interesse, zu sehen, wie sich bei schlechten Gläsern Leitvermögen bilden, bei welchen im Liter Gramme gelöst sind, und wie andere Gläser über 100 mal weniger abgeben."

Die Ergebnisse der Versuche erhellen am besten aus der Wiedergabe der Uebersicht (a. f. S.), welche der Verfasser in den *Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft* zusammengestellt hat. Es handelt sich, wie man sieht, um eine Reihe von Hohlgläsern und von optischen Gläsern; die ersten Spalten enthalten die Zahlen für die Zusammensetzung der Gläser und zwar in Aequivalenten ausgedrückt; unter Alkali steht die Summe $K_2O + Na_2O$, und die Menge von K_2O ist mit kleinerer Schrift beigefügt. MO stellt die Summe der Metalloxyde von CaO, BaO, ZnO, PbO nebst etwa vorhandenem Al_2O_3, MnO oder MgO dar, ein * bedeutet die Abwesenheit von Kalk; die in kleinerer Schrift gedruckte Spalte enthält die in den Gläsern vorhandene Menge an ZnO. Will man aus den angegebenen Aequivalentzahlen μ zu der gewöhnlichen Angabe in Gewichtsprozenten p gelangen, so bedient man sich der Formel $p = \mu A \,.\, 100/\Sigma\,\mu A$, wo A das Aequivalentgewicht des betreffenden Bestandtheils und $\Sigma\,\mu\,A$ die Summe sämmtlicher $\mu\,A$ bedeutet.

Die Glaspulver wurden in der Weise behandelt, dass sie zuerst 1 bis $1^1/_2$ Tage mit der 20 fachen Wassermenge ausgelaugt wurden; die dadurch dem Wasser ertheilten Leitvermögen finden sich unter k_0, sind wie alle übrigen bezogen auf Quecksilber und werden für 18° der Lösung angegeben und mit 10^{10} multiplizirt. Nach der ersten Behandlung werden die Glaspulver dreimal je 8 Tage mit der 100 fachen Wassermenge in Berührung gelassen; die Summe der bei diesen drei Aufgüssen der Lösung ertheilten Leitvermögen, vermehrt um den fünften Theil von k_0, steht unter k; schliesslich findet sich unter k_∞ das Leitvermögen, welches nach etwa halbjährigem Auslaugen mit 6 mal erneutem Wasser ein neuer Aufguss der 100 fachen Wassermenge in 8 Tagen erhielt; das Verhältniss von k_∞ zu den früher ertheilten Leitvermögen drückt die „Hartnäckig-

keit" in der Löslichkeit der Gläser aus. Durch Eindampfen einer Glaslösung von bestimmtem Leitungsvermögen konnte der Verfasser diejenige Menge Glassubstanz ermitteln, welche diesem Leitungsvermögen entsprach, und gelangte so zu Faktoren, welche für die einzelnen Gläser zwar sehr verschieden waren, aber für jedes Glas eine angenäherte Berechnung der unter gewissen Umständen daraus gelösten Mengen gestatteten. Wo ein solcher Reduktionsfaktor bekannt ist, folgt in der letzten Spalte der Uebersicht noch eine Schätzung der während des halbjährigen Auslaugens von 1000 *mg* des Pulvers in Lösung gegangenen Gesammtmenge von Glassubstanz.

Glaspulver	Spez. Gewicht	Zusammensetzung nach Aquivalentverhältnissen						Leitungsvermögen			Gelöste Menge in Prozenten der ursprünglichen Menge
		Kali	Alkali	ZnO	MO	SiO_2	B_2O_3	k_0	K	k_∞	
Spez. Zink-Baryum-Krongl., Jena	3.11	6.5	7.7	12.2	* 23 [1]	66	3.3	120	50	8	
Schwerstes Baryum-Krongl., Jena	3.52	3.6	3.6	12 5	* 34 [2]	57	5.4	180	80	10	
Baryum-Kronglas, Jena	2.87	7.8	11.3	4.5	*14.0 [3]	71	3.1	210	130	15	
Gewöhnl. Zink-Kronglas, Jena .	2.64	8.4	14.8	12.2	*12.2	72	1.4	270	130	7	
Bestes Flaschenglas	2.44	3.6	13.3		9.6 [4]	77			170		
Jenaer Normalglas.	2.59	--	14.5	5.4	14.8 [5]	69	1.8	270	180	10	2.0
Englisch Kronglas, Jena. . . .	2.50	10	15.2		9.7	74	1.4	380	200	80	
Bor-Silicium-Kronglas, Jena . .	2.47	7.1	18.4		* 0.9 [6]	75	5.9	490	220	8	
Thüringer Glas A, aus Gehlberg	2.46	2.7	14.4		9.4 [7]	76		360	220	7	2.7
Böhmisches Kali-Glas	2.37	8.9	10.3		7.9	82		320	230	7	7
Thüringer Glas B	2.52	4.5	18.4		13.4 [8]	68		440	230	40	3.5
Feil's Kronglas, Jena	2.53	9.5	17.7	2.4	10.4	71	0.9	420	320	12	
Thüringer Glas C	2.46	4.6	18.8		8.1 [9]	73		730	420	50	
„ „ D	2.48	4.0	18.1		13.1 [10]	69		600	460	20	5
Engl. Kronglas mit Baryt, Jena	2.61	11	16.4	1.7	* 6.2 [11]	75	2.4	680	570	30	
Mittleres Flaschenglas	2.51	3.5	19.8		12.5 [12]	68			640		
Thüringer Glas E	2.48	3.9	19.8		9.6 [13]	71		1200	860	60	
„ „ F	2.45	3.9	21.4		6.5 [14]	72		2600	2200	200	13
Schlechtes Flaschenglas	2.48	1.3	21.6		6.3 [15]	72			2300		
Kali-Kronglas, Jena	2.72	25	25	10.8	*13.2 [16]	62		7000	6800	500	30
Bleigläser:											
Schwerstes Flintglas, Jena . . .	5.86	—	—		* 49	51		5	1	0	
Sehr schweres Flint, „ . . .	4.51	4.7	4.7		* 30	65		40	9	0	
Gewöhnliches Flint, „ . . .	3.59	8.1	8.9		* 20	71		300	100	7	
Engl. leicht Flint, „ . . .	3.21	7.4	9.8		*14.4	76		360	130	7	
Extra leicht Flint, „ . . .	2.94	6.6	12.3		* 9.6	78		350	190	6	
Bleikrystallglas	3.04	11	11.4		*11.6	77		800	350	30	
Gläser ohne Kieselsäure:						P_2O_5					
Phosphat-Kronglas, Jena. . . .	2.58	15	15		* 23 [17]	57	5.0	500	320	20	
Borat Flintglas, Jena	2.77	—	4.1	12.6	*29.6 [18]		66	1000	1000	60	50

Bei den Versuchen von Kohlrausch hat sich ebenso wie bei denen von Pfeiffer und von Mylius und Foerster (vergl. *diese Zeitschrift 1891. S. 311*) gezeigt, dass die Angreifbarkeit der Gläser sehr rasch abnimmt; in Folge dessen lassen sich die meisten Gläser durch Behandlung mit kaltem Wasser, besser noch mit heissem Wasser wesentlich

1) Dabei 10.0 BaO und 1.0 PbO. 2) 21.0 BaO. 3) 9.5 BaO. 4) 0.4 Al_2O_3.
5) 1.5 Al_2O_3. 6) 0.7 Al_2O_3. 7) 0.4 Al_2O_3. 8) 2.2 Al_2O_3. 9) 0.3 MgO.
10) 1.7 [illegible]. 11) 4.2 BaO. 12) 2.3 Al_2O_3. 13) 1.1 Al_2O_3. 14) 1.3 Al_2O_3.
15) 2.1 [illegible]. 16) 2.4 BaO. 17) 12 MgO, 11 Al_2O_3. 18) 7 PbO, 10 Al_2O_3.

widerstandsfähiger machen. Ganz schlechte Gläser kann man auf diese Weise, jedoch nur sehr unvollkommen, verbessern; auch eine Behandlung mit Säuren führt in diesem Falle zu keinem günstigeren Ergebniss. Der Verfasser hat seine Versuche meist mit kaltem Wasser angestellt, doch hat er auch den bereits wiederholt beobachteten ausserordentlich grossen Einfluss der Temperatur auf die Löslichkeit des Glases durch seine Versuche bestätigt.

Eine besondere Versuchsreihe wurde angestellt, um zu ermitteln, welche Beziehungen zwischen Hygroskopizität und Löslichkeit der Gläser vorhanden sind; es ergab sich, dass im Allgemeinen ein Glas um so hygroskopischer ist, je leichter es vom Wasser angegriffen wird.

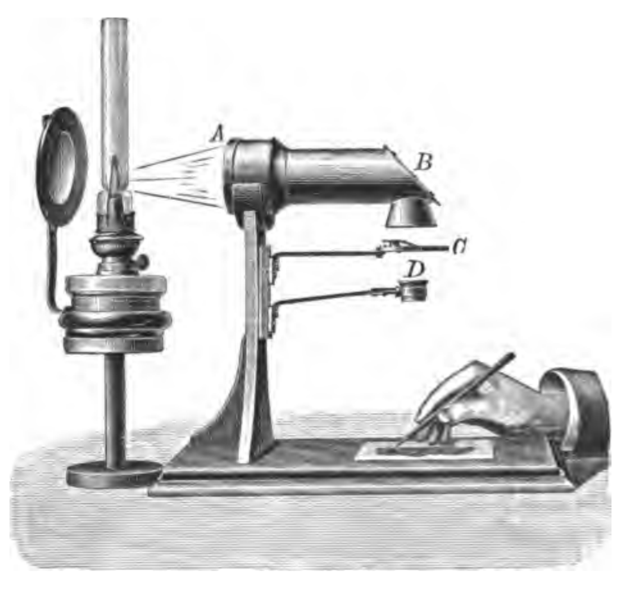
Bezüglich des Libellenglases wendet sich der Verfasser besonders gegen die häufige Anwendung des Bleikrystallglases; am geeignetsten erscheinen ihm nach dieser Richtung gute Thüringer Gläser oder Jenaer Normalglas. Die vorbereiteten Röhren wird man zur Erhöhung ihrer Widerstandsfähigkeit zweckmässig längere Zeit hindurch kalt oder vielleicht besser mässig warm in destillirtem, öfters erneuertem Wasser auswässern, vor der Füllung nachpoliren und noch einmal vielleicht einen Tag lang kalt wässern. — Bezüglich der weiteren Einzelheiten der umfangreichen Arbeit muss auf das Original verwiesen werden.

F.

Ein neuer Apparat zum Zeichnen schwacher Vergrösserungen.

Von Dr. L. Edinger. *Ztschr. f. wiss. Mikroskopie.* **8.** *S. 179. 1891.*

Da längeres Zeichnen mittels der gebräuchlichen, meist auf der Anwendung von Prismen beruhenden Zeichenapparate ermüdend ist, wendet man häufig das Skioptikon an, dessen Bilder zu diesem Behufe zweckmässig durch einen vor der projizirenden Linse geneigt aufgestellten Spiegel auf einer Tischplatte entworfen wird. Dem damit verbundenen Uebelstande, dass in Folge der dann erforderlichen Einklemmung des Objektes in senkrechter Lage die leichte Verschiebbarkeit, welche namentlich beim Aufnehmen von Schnittserien wünschenswerth ist, sowie die schnelle Kontrolirbarkeit erschwert wird, begegnete Verfasser durch Konstruktion des nebenstehend abgebildeten, die freie Bewegung des horizontal aufliegenden Objektes ermöglichenden Apparates.



Derselbe besteht aus einer zugleich als Zeichentisch dienenden Holzplatte, auf welcher sich ein Holzstativ erhebt. Dieses trägt ein horizontales Rohr, welches bei *A* durch eine Sammellinse, bei *B* durch einen unter 45° geneigten Spiegel abgeschlossen wird. Durch *A* werden die Strahlen einer passend aufgestellten Lampe konvergent auf den Spiegel *B* geführt, durchleuchten das auf dem stellbaren Tischchen *C* aufliegende Objekt, von welchem mittels der ebenfalls stellbaren Lupe D ein reelles Bild auf der Zeichenfläche entworfen wird. Durch Verstellen von *C* und *D*, sowie durch Wechsel der Lupe, deren dem Instrument mehrere beigegeben werden, können Vergrösserungen von 1 : 1 bis 1 : 20 aufgenommen werden. Der Apparat, welcher sich bei längerer Erprobung gut bewährt hat, wird mit zwei beziehungsweise drei achromatischen Lupen zum Preise von 50 bezw. 60 Mark von E. Leitz in Wetzlar geliefert.

Pensky.

Neuer Mareograph.

Von L. Favé. *Journ. de Phys. II.* **10.** *S. 404.*

Bei hydrographischen Aufnahmen, bei denen es sowohl auf das Studium der Amplitude der Gezeiten im Allgemeinen, als auf die Reduktion der gelotheten Meerestiefen auf das Niveau des Niedrigwassers, und daher auf die Bestimmung dieses Niveaus selbst ankommt, muss meistens von der Benutzung der einen festen Aufstellungsort erfordernden registrirenden Fluthmesser abgesehen werden. Der Hydrograph muss sich hier mit der vorübergehenden Aufstellung und Ablesung von Lattenpegeln begnügen. In dem an oben genannter Stelle beschriebenen *Mareographen* will Verf. den Hydrographen ein Mittel an die Hand geben, welches, von geringem Umfange, leicht beweglich und an Bord des Schiffes aufstellbar, die Bewegung des Wasserstandes innerhalb mässiger Genauigkeitsgrenzen zu registriren vermag. Die Möglichkeit der Benutzung an Bord gestattet ferner das Studium der Gezeiten auf hoher See, in weiter Entfernung von der Küste, ein Problem, das, wie Verf. entgangen zu sein scheint, innerhalb gewisser Grenzen bereits durch den Siemens'schen Wasserstandsmesser gelöst ist.

Die Anordnung des Apparates ist folgende: Zwei Aneroidkapseln *a a* (Fig. 1) mit gewellten Wänden sind mit einer ihrer Wände an einem Rohr *t* befestigt, welches die Verbindung des Inneren der Kapseln mit dem Meer vermittelt. Steigt der Druck im Inneren der Kapseln, so dehnen sich ihre äusseren Wände aus, und diese Bewegung wird mittels der Verbindungsstücke *l l* auf die Federn *r r* übertragen. Die Ausdehnung dieser Federn wird mit Hilfe der rechtwinklig gebogenen Messingrahmen *m m* den beiden Schreibfedern *n* mitgetheilt, die (in der Figur über einander lagern und) an ihren Enden die Schreibspitzen *p p* tragen. Je nach dem im Inneren der Kapseln *a a* herrschenden Drucke nähern die beiden Schreibspitzen *p p* sich oder entfernen sich von einander und registriren dementsprechend auf der durch das Uhrwerk *h* gedrehten, mit einer Masse von besonderer Zusammensetzung überzogenen Glastafel *v* zwei Linien mit veränderlichen Intervallen. Die Entfernung der beiden Linien von einander giebt das Maass für den im Inneren der Kapseln herrschenden Druck, und daher auch für die Höhe des Wassers, welches über dem Apparate steht. Die Amplitude der Bewegung der Schreibspitzen ist nur gering; sie beträgt für je 10 *m* Wassersäule 5 *mm*, so dass einem Steigen und Fallen des Wassers um 1 *cm* eine Bewegung der Schreibspitzen von nur 5 μ entspricht. Damit das Seewasser nicht in die Kapseln dringt und sie zum Oxydiren bringt, sind dieselben mit Petroleum gefüllt, welches von dem in dem Rohre *t* stehenden Wasser durch eine Membran getrennt ist. Das Ganze befindet sich in einem hermetisch verschlossenen Kasten, der von Bord aus auf den Meeresgrund versenkt wird. Bleibt das Schiff nicht an Ort und Stelle, so wird eine Boje verankert, an welcher das den Apparat tragende Tau verankert ist. Nachdem der Apparat wieder heraufgeholt ist, geschieht die Ablesung der registrirten Linien mit einem Mikroskop in Verbindung mit einer zweiten Glastafel, welche eine Zeiteintheilung trägt und auf diejenige des Apparates aufgelegt wird.

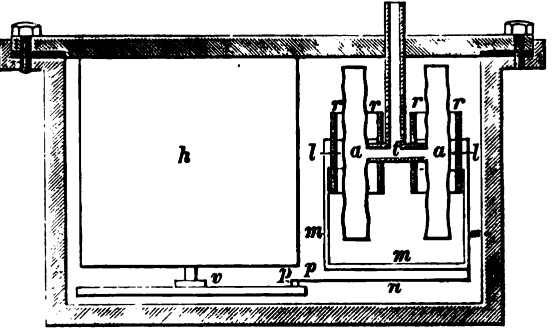


Fig. 1.

In der angegebenen Form ist der Apparat im Stande, Drucke bis zu 1 Atmosphäre auszuhalten; damit ist die Grenze der Tiefen, für welche der Apparat in dieser Form anwendbar ist, gegeben. Soll der Apparat auf hoher See, d. h. in beliebigen Tiefen, zur Anwendung kommen, so sind weitere Vorkehrungen zu treffen. Verf. schlägt zu diesem Zwecke folgende Anordnung vor.

Der Apparat zeigt die Druckdifferenzen zwischen dem Inneren der Kapseln *a a* und dem Inneren des die ganze Messvorrichtung aufnehmenden Kastens an. Der ganze Kasten *b* (Fig. 2) werde nun unter eine mit Luft gefüllte Glocke gestellt, und das Innere des Kastens *b* sowohl wie der Kapseln *a a* werde mittels dünner Röhren von passender Länge mit dem oberen Theile der Glocke in Verbindung gebracht, und das Ganze auf den Meeresgrund versenkt. Der Druck nimmt hierbei im Inneren des Kastens wie in demjenigen der Kapseln um denselben Betrag zu und der Apparat bleibt auf dem Nullpunkte, in welcher Tiefe er sich auch befinde. Wenn man dann bei irgend einer Tiefe die Verbindung zwischen der Glocke und dem Inneren des Kastens *b* unterbricht, so bleibt von jetzt ab der Druck im Inneren von *b* konstant, während er bei weiterem Sinken des Apparates noch zunimmt; das Instrument funktionirt von diesem Momente an, als ob die ganze über diesem Punkte befindliche Wassersäule nicht existirte. Auf dem Meeresgrunde angekommen registrirt es daher die Veränderungen in der Höhe des Wasserstandes, als wenn es sich in einer Tiefe befände, die der Wassersäule entspricht, welche, von dem oben bezeichneten Punkte an gerechnet, über dem Meeresgrunde steht. Der Verschluss des Kastens *b* geschieht auf automatischem Wege; in welcher Weise dies gedacht ist, geht aus Fig. 2 hervor.

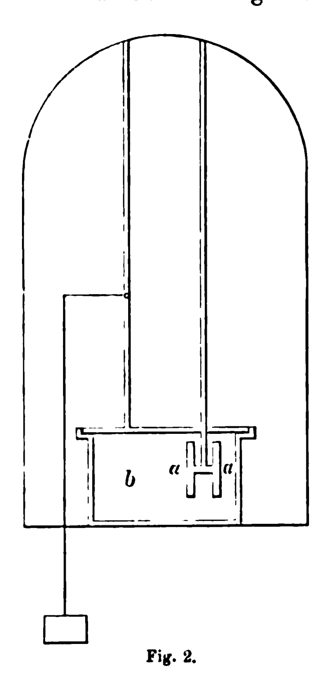


Fig. 2.

Der Apparat soll bei bisherigen provisorischen Versuchen gut funktionirt haben. Man wird indess abzuwarten haben, ob er allen Anforderungen der Praxis entsprechen wird.

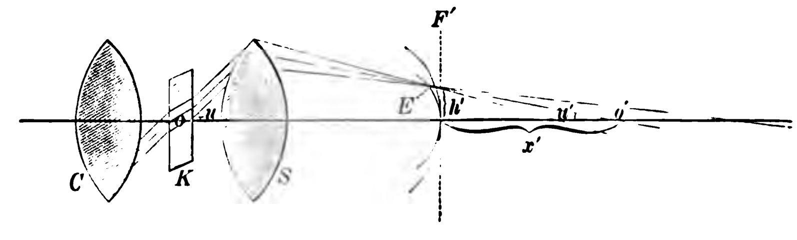
W.

Die dioptrischen Bedingungen der Messung von Axenwinkeln mittels des Polarisationsmikroskops.

Von S. Czapski. *N. Jahrb. f. Mineralogie, Geologie u. Palaeontologie. 7. S. 506. (1891.)*

Vom Herrn Verfasser auszugsweise mitgetheilt.

Sei S ein Mikroskopobjektiv, F' seine hintere (obere) Brennebene. Ein Strahl, welcher unter dem Winkel u gegen die Axe geneigt in dem unmittelbar vor der Frontlinse des Systems befindlichen Medium einfällt, wird so gebrochen, dass er F' in einer Höhe h' schneidet, und die Axe in einer Entfernung x' von F', unter dem Winkel u' (in Luft). Sind dann o und o' das in Bezug auf S aplanatische Punktpaar, d. h. sind es diejenigen Stellen der Axe, für welche das System „korrigirt“ ist, so gilt nach den Untersuchungen von Helmholtz[1]) und Abbe[2]) die Beziehung:



$$\frac{n \sin u}{\sin u'} = \text{Const.} = N,$$

worin N das in o' und o bestehende lineare Vergrösserungsverhältniss bedeutet.

Diese Sinusbedingung ist nach den genannten Untersuchungen — neben der Aufhebung der sphärischen Aberration — die hinreichende und nothwendige Bedingung der

[1]) *Pogg. Ann. Jubelbd. S. 557. (1874).*

[2]) Max Schulze's *Arch. f. mikr. Anat. 9. S. 413. (1873.)* Carl's *Repert. 16. S. 303. (1881.)*

Aplanasie für die betreffende Lichtart, d. h. der Abbildung eines bei o zur Axe senkrechten Flächenelements in ebensolches bei o'.

Da nun N für die der Axe ganz nahe bleibenden Strahlen nach der elementaren Theorie der optischen Bilder $= x'/f$ ist, worin f die Aequivalentbrennweite des Systems S bedeutet, und da ferner bei dem stets sehr kleinen Winkel u', $\sin u' = tg\, u' = h'/x'$ gesetzt werden kann, so folgt schliesslich:

$$n \sin u = \frac{h'}{f}; \quad \sin u = \frac{1}{n} \frac{h'}{f}.$$

Trat der Strahl in die Immersionsflüssigkeit (oder Luft) vor dem System S aus einem Medium vom Index ν ein, so war seine Neigung gegen die Axe in diesem w gemäss dem Brechungsgesetz:

$$\nu \sin \upsilon = n \sin u, \text{ also}$$

$$\sin \upsilon = \frac{1}{\nu} \frac{h'}{f}.$$

Um u oder υ zu erhalten, ist also zu messen n, bezw. ν, f und h'; f kann entweder nach bekannten (z. B. in Dippel, *Das Mikroskop. 2. Aufl. Braunschweig 1882. S. 333* angegebenen) Methoden bestimmt oder indirekt aus Messungen bekannter Axenwinkel in Substanzen von bekanntem Index berechnet werden.

Um h zu messen, bedient man sich eines „Hilfsmikroskops“ (Amici-Bertrand'sches Hilfsobjektiv) gemäss folgender Erwägung:

Die Spur eines einzelnen Strahls in der Ebene F' ist natürlich nicht wahrzunehmen. Lässt man aber einen Büschel Strahlen unter dem Winkel u einfallen, so werden dieselben bei geringem Querschnitt des Büschels alle im Punkte E genügend homozentrisch vereinigt, ohne dass das Linsensystem S für so verlaufende Büschel besonders korrigirt zu sein brauchte, ergeben also dort einen Bildpunkt und dieser ist mit einem Mikrometermikroskop ohne Weiteres auffassbar. Sein Abstand von der Axe, bezw. von einem andern analogen Bildpunkte ist also messbar. Damit wäre dann h', oder — was das gewöhnliche ist — durch Messung beiderseits von der Axe: $h'_1 + h'_2$, gewonnen.

Hierbei sind jedoch stillschweigend mehrere, keineswegs von selbst erfüllte, Voraussetzungen gemacht. Nämlich:

1) Dass das System in Bezug auf zwei auf der Axe gelegene Punkte wirklich aplanatisch sei; denn nur dann gilt die Sinusbedingung zwischen ein- und austretenden Strahlen, nur dann kann man also bei Systemen grösserer Apertur aus h' auf u ohne Weiteres einen Schluss ziehen.

Objektive aus unachromatischen Linsen, die entsprechend unaplanatisch sind, können daher wohl dazu dienen, Axenbilder wahrzunehmen (wofern sie nur genügende Apertur besitzen), aber sie geben gewissermaassen verzerrte Bilder der fraglichen Interferenzerscheinungen. Sie wären daher zu Messungen nur dann tauglich, wenn die Beziehung zwischen den Neigungswinkeln der in das System von einem gewissen Divergenzpunkt ein- und der ihnen konjugirten austretenden Strahlen anderweitig bekannt wäre. Andernfalls sind, wie gesagt, ganz sorgfältig korrigirte Systeme erforderlich. (Wenn es sich darum handelt, Messungen für verschiedene Farben auszuführen, so muss das betreffende Objektiv sogar „apochromatisch“ sein, d. h. es muss in ihm sphärische Korrektion und konstantes Sinusverhältniss für Strahlen verschiedener Wellenlänge herbeigeführt sein.)

2) Es müssen die Strahlen, welche das beobachtete und gemessene Bild C hervorgebracht haben, vor der Brechung in S nahe am ersten aplanatischen Punkte o vorbei passirt sein.

Zu diesem Zwecke wäre es das Nächstliegende, in o selbst eine enge Blende anzubringen. Dieser Anbringung werden aber meistens mechanische und andere Schwierigkeiten entgegenstehen. Man kommt jedoch zu genau demselben Resultat, wenn man diese Blende an einer Stelle anbringt, die dem Punkte o in Bezug auf das Gesammtsystem (Mikroskop und Hilfsobjektiv) optisch konjugirt ist. Zu dem Mikrometer gelangen alsdann nur diejenigen Strahlen, welche vor S nahe an o vorbeipassirt sind; die Messung

wird sich also nur auf diese beziehen, wie verlangt. Es muss daher das Hilfsobjektiv (Amici'sche Linse) mit einem Diaphragma nahe ihrem hinteren Brennpunkte versehen sein, denn das Diaphragma muss in Bezug auf diese Linse allein konjugirt sein zu o'. Man kann aber — und je stärker das vorliegende Mikroskopobjektiv ist, mit desto besserem Rechte — o' als im Unendlichen liegend annehmen. Dann wäre der Ort der Blende des Hilfsobjektives deren hinterer Brennpunkt. Will man auf die spezielle Lage von o Rücksicht nehmen, so hat dies ebenfalls nicht die mindeste Schwierigkeit. Ein wahrnehmbarer Vortheil würde jedoch hieraus nach meinen Erfahrungen nicht entstehen.

Hingegen bietet die Anbringung einer engen Blende in der wirklichen hinteren Brennebene des Hilfsobjektives einen wesentlichen Vortheil für die Erfüllung der dritten Anforderung, die an Messungen dieser Art zu stellen ist, nämlich

3) Die Messung des Axenbildes muss wirklich in der hinteren Brennebene des Mikroskopobjectives, in F', geschehen. Dies war vorausgesetzt für die Ableitung der Formel: $\sin u = h'/\nu f$. Wenn die Messung des Axenbildes in einer andern Ebene geschähe, d. h. wenn man mit dem Hilfsmikroskop falsch einstellen würde, so würde man — auch bei richtiger Regulirung des Strahlenganges — durch eine zu o konjugirte Blende die Spur des Strahles Eo' in einer anderen Ebene beobachten, also eine zu grosse oder zu kleine Distanz von der Axe bezw. von einem anderen Punkte beobachten.

Bei richtiger Regulirung des Strahlenganges mittels der Blende wäre dieser Fehler relativ gering, da Eo' gegen die Axe stets sehr schwach geneigt ist. Bei falscher oder ganz unterlassener Regulirung aber könnte derselbe sehr erheblich werden. Wenn z. B. das Hilfsobjektiv ohne Blenden, jedoch an der richtigen Stelle benutzt wird, so wirkt bei genügend voller Lichtzuführung durch den Kondensor seine eigene Fassung als Blende. Das der Messung unterliegende Bild ist dann formirt durch Strahlenbüschel, deren Axen durch die Mitte dieses Objektives gehen, also vor der Brechung in S durch einen von o weit entfernten Punkt der Axe. Dadurch würde einerseits das Sinusverhältniss gänzlich aufgehoben und damit die Grundlage der Messung verlassen; andererseits würde, entsprechend der starken Neigung dieser Hauptstrahlen gegen die Axe (man hätte sich die skizzirte Figur in Bezug auf Objekt und Bild etwa umgekehrt zu denken), ein kleiner Einstellungsfehler, wie er fast unvermeidlich ist, auf das Axenbild schon einen ganz erheblichen Messungsfehler zur Folge haben.

In der Praxis wird dieser Fehler zwar meist nicht mit seinem vollen Betrage zur Geltung kommen können, — aus anderweitigen Gründen — er bleibt aber stets bei dieser wie bei anderen mikrometrischen Messungen, einer der gefährlichsten.

Und gerade diesen macht man völlig unschädlich, indem man die Blende genau im hinteren Brennpunkt des Hilfsobjektivs anbringt, dasselbe „telezentrisch" macht. Die Strahlen, die das der Beobachtung unterliegende Bild entwerfen, sind dann allerdings vor der Brechung in S durch den vorderen Brennpunkt von S gegangen statt durch o. Aber dies hat, wie gesagt, bei Mikroskopobjektiven auf das Sinusverhältniss keinen merklichen Einfluss. Dafür tritt dann der günstige Umstand ein, dass die Hauptstrahlen der beobachteten Büschel sämmtlich parallel der Axe oo' sind. Man mag also beobachten, in welcher Ebene man wolle, das Bild behält dieselbe Grösse, die Mitten der Zerstreuungskreise dieselbe Distanz von einander.

In Wirklichkeit hat ein gegen die Axe des Systems schief einfallendes Büschel nicht einen, sondern zwei Brennpunkte, wegen des im Allgemeinen mit schiefer Brechung stets verbundenen Astimagmatismus. Die den verschiedenen Einfallswinkeln u entsprechenden Brennpunkte liegen auf je einer Rotationsfläche, welche die Brennebene F' der paraxialen Strahlen in ihrem gemeinsamen Scheitel auf der Axe berühren (wie in der Figur angedeutet). Dieser, durch Beobachtung geeigneter Axenbilder sehr leicht zu bestätigende, Umstand lässt es doppelt nothwendig erscheinen, die Messung des Axenbildes von der Einstellung unabhängig zu machen.

Neu erschienene Bücher.

Die Elemente der photographischen Optik. Von Dr. Hugo Schroeder. 220 S. Berlin 1891. Robert Oppenheim. M. 6,00.

Das vorliegende Werk ist bei seinem Erscheinen in den zahlreichen mir zu Gesicht gekommenen Besprechungen mit ausserordentlicher Wärme begrüsst worden. Schon der Umstand, dass ein seit einem homerischen Menschenalter mitten in der Praxis stehender Mann, der fast stets sein eigner Rechner und Vorarbeiter zugleich war, sich entschloss, seine Kenntnisse und Erfahrungen der Oeffentlichkeit mitzutheilen, und zwar auf einem Gebiete, auf welchem früher mit ganz wenigen rühmlichen Ausnahmen, — und auch jetzt noch hier und da, — äusserste Geheimnisskrämerei die Parole war, musste diesem Werke, ähnlich wie dem vor einiger Zeit an dieser Stelle besprochenen Steinheil'schen[1]) von vornherein das Interesse und die Sympathie der Leser sichern. Ich möchte nun auch gleich von vornherein bemerken, dass ich nach aufmerksamer Lektüre der Schroeder'schen Darstellung auch meinerseits nur bekennen kann, dass sie die Erwartungen, mit denen ich sie auf Grund meiner Kenntniss der früheren Arbeiten und Leistungen des Autors, sowie mehrjährigen mit ihm über fachliche Gegenstände gepflogenen Briefwechsels zur Hand nahm, vollauf erfüllt hat.

Wenn ich trotzdem und trotz der wiederholten Aufforderung des Verfassers und der Redaktion dieser Zeitschrift so lange gezögert habe, das Buch einer öffentlichen Besprechung zu unterziehen, so war hierbei hauptsächlich das Bedenken Schuld — und in noch erhöhtem Maasse — welches ich schon bei meiner Ankündigung von Steinheil und Voit's *Handbuch der angewandten Optik* erwähnte: Dass zwei Leute, die einigermaassen selbständig auf demselben, mit der Praxis verknüpften, Gebiete arbeiten, fast stets in den Grundfragen wohl zu denselben, in zahlreichen Nebenfragen aber zu verschiedenen, oft zu diametral entgegengesetzten Ansichten gelangen. Auf rein theoretischem Gebiete, wo sich alles logisch und eindeutig beweisen lässt, ist dies natürlich nicht der Fall; auf diesem ist vielmehr umgekehrt schon oft die gelehrte Welt durch die völlige Uebereinstimmung der von verschiedenen Forschern gänzlich unabhängig von einander gefundenen Lösungen eines Problems überrascht worden. Auf dem Felde der Praxis aber — und auch auf dem der sich auf sie beziehenden Theorie — bleibt stets ein gewisser Spielraum für die Subjektivität. Hier giebt es nur selten etwas absolut Schlechtes, ebensowenig wie etwas absolut Gutes; wenigstens wird hier immer ein breites Grenzgebiet vorhanden sein, auf welchem das Urtheil darüber, ob etwas, (z. B. ein Rechnungs- oder Prüfungsverfahren) brauchbar oder untauglich, zweckmässig oder unvortheilhaft, geschweige denn bequem oder unbequem sei, fast ganz von den Gewohnheiten, der Uebung, kurz dem individuellen Entwicklungsgange des Einzelnen abhängen oder wenigstens von ihnen stark beeinflusst sein.

Bei demjenigen Gebiete der Optik, welches, über die Erörterung der eindeutig bestimmbaren Bildorte und Bildgrössen hinausgehend, von der Qualität der Bilder handelt, d. h. von den mathematischen bezw. rechnerischen und technischen Bedingungen, die für dieselbe maassgebend sind, liegt das subjektive Moment auf der Hand. Aber auch bei anderen Fragen ist ein solches vorhanden.

Das Schroeder'sche Buch, bei der drastischen Deutlichkeit und Offenheit, mit welcher es sich über alle einschlägigen Fragen äussert, fordert nun in viel höherem Grade als das mehr akademisch gehaltene Werk von Steinheil und Voit denjenigen, welcher über diesen oder jenen Punkt andrer Meinung ist, zum Widerspruch heraus. In einem Dritten, welcher diese kritischen Bemerkungen liest, könnte durch sie leicht der Eindruck erweckt werden, dass man das Ganze weniger schätze, weil man im Einzelnen polemisirt, während es hier vielleicht umgekehrt heissen dürfte „viel Kritik — viel Ehr.“ Denn an einer farblosen, trockenen Darstellung übt natürlich von selbst

[1]) Vgl. *diese Zeitschr. 1891. S. 380.*

Niemand eingehende Kritik — aus Langeweile, die sie erregt. Das Buch Schroeder's aber ist — für mich wenigstens — nichts weniger als langweilig gewesen.

Vielleicht werde ich in der Absicht, mit welcher ich das Folgende vorbringe, weniger missverstanden, nachdem ich oben meinen Standpunkt näher erläutert habe. Denn ich würde andererseits glauben, mich eines Vergehens in gleicher Weise gegen die dem Autor gebührende Hochachtung, gegen die Leser dieser Zeitschrift und gegen mich selbst schuldig zu machen, wenn ich über alle Differenzpunkte leicht hinweggehend, schlechthin erklärte: „Das Buch ist sehr interessant; Niemand wird es aus der Hand legen, ohne mannigfache Belehrung und Anregung daraus geschöpft zu haben“ und dergl. mehr. Das könnte man unbedenklich sagen, ohne einen Blick hineingeworfen zu haben — einfach auf den Namen des Autors hin, der auf dem Titelblatt steht. —

Der Verfasser hat sein Werk, wie er mir privatim mittheilte, in den knapp bemessenen Mussestunden, welche ihm neben seiner beruflichen Thätigkeit übrig blieben, und noch dazu in verhältnissmässig sehr kurzer Frist fertigstellen müssen. Dies ist bei einer Beurtheilung der Darstellung von vornherein in Berücksichtigung zu ziehen. Man wird deshalb aus manchen Flüchtigkeiten im Ausdruck oder kleinen Versehen in den Resultaten ihm keinen allzugrossen Vorwurf machen dürfen.

Dr. H. Schroeder ist vielleicht — und das werden die Einen ihm als Vorzug, Andere aber bei dem Verfasser eines Lehrbuches doch vielleicht als einen Mangel anrechnen — keine „Schulmeisternatur.“ Das ganze Werk trägt mehr den Charakter brieflicher Expektorationen über mehrere Kapitel der photographischen Optik — in systematisch geordneter Reihenfolge — als eines Lehrbuches, geschweige denn eines solchen für Anfänger; und als letzteres giebt es sich doch nach dem Titel und der Vorrede ganz besonders aus. Ich glaube aber in der That, dass ein Anfänger kaum im Stande sein wird, auch wenn er über die nöthigen elementaren Vorkenntnisse verfügt, aus den vorliegenden Darlegungen dasjenige zu lernen, was sie in Wirklichkeit enthalten, während andrerseits Vorgeschrittene und nicht zum Mindesten die speziellen Fachgenossen des Verfassers seine Ausführungen grade wegen der Form, in welcher er sie giebt — und dann natürlich auch wegen ihres Inhaltes — zweifellos mit Interesse und Nutzen lesen werden. Das Buch ist eben, wie ich schon oben bemerkte, nichts weniger als akademisch gehalten. Es fehlt daher auch nicht an kleinen Abschweifungen vom Thema und Bemerkungen persönlichen Charakters, auf welche ich zum Theil noch zurückkommen werde.

Um nun endlich auf den Inhalt selbst einzugehen, so muss ich gestehen, dass mir gleich beim Litteraturverzeichniss, welches dem Texte vorangestellt ist, und nicht weniger als 181 Nummern enthält, der zwiespältige Charakter entgegentrat, den ich auch anderen Abschnitten gegenüber fühlte. Dies Verzeichniss führt neben bekannteren Werken auch eine Anzahl solcher an, welche, trotz ihrer ganz hervorragenden Bedeutung für die Entwicklung der Optik, in neuerer Zeit merkwürdigerweise so gut wie ganz vergessen wurden. So aus älterer Zeit den „*Treatise*“ von J. Harris (1775); aus dem Anfang und der Mitte dieses Jahrhunderts die „*Analytische Optik*“ von Schleiermacher (1842), welche der Verfasser mit Recht als ein „gross angelegtes Werk“ bezeichnet; das fast nirgends erwähnte und doch ganz vortreffliche Werk von Potter (1851); die Abhandlungen von Stampfer in den *Jahrb. des K. K. Polyt. Instituts* (*1828—29*); die von Airy in den *Camb. Phil. Trans.* (1830) und die ebenfalls viel zu wenig gewürdigten und beachteten Abhandlungen Seidel's in den *Astr. Nachrichten* aus dem Anfang der 50er Jahre. Diese und andere bekanntere Werke werden gebührend hervorgehoben und nach ihrer Bedeutung treffend gewürdigt. Dass in diesem Verzeichniss einige Werke von hervorragender Bedeutung nicht erwähnt oder nicht nach ihrem wahren Werthe gewürdigt sind, wie z. B.: Die Darstellung von Biot in der 3. Aufl. seiner „*Astronomie physique*“, das vortreffliche Buch von Mossotti, die Abhandlungen von Maxwell und Matthiessen u. a. m. ist unerheblich, da dass Verzeichniss ja keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Dass aber umgekehrt aus der Zeit nach 1885 über 100 Abhandlungen aufgeführt sind, deren Inhalt zum Theil mit dem vorliegenden Thema nur in einem ganz entfernten Zusammenhang steht, — ich muss hierunter die meisten der von mir selbst verfassten Abhandlungen rechnen; sodann aber auch diejenigen über die chemischen Eigenschaften der Gläser von den Herren Schott und Mylius, über die Einrichtung photographischer Kamera's, über die Eigenschaften von Platten, über „Luminescenz“, und auch diejenigen, welche ganz spezielle Untersuchungen über Fernrohre und Mikroskope enthalten — das entspricht weder der Bedeutung der in diesen letzten sieben Jahren entstandenen Litteratur, noch ist mit einer solchen Aufzählung des Unbedeutenden und zum Theil ganz Nichtigen irgend Jemandem ein Dienst geleistet. —

Im ersten Kapitel, in welchem die Elemente der geometrischen Optik auseinandergesetzt werden, muss ich mich dem dort eingeführten Begriff der „optischen Arbeit“ entschieden widersetzen. Einmal widerspricht der Begriff der Arbeit nach seiner dort gegebenen Definition (es wird die von einem Lichtstrahl bei einer Brechung erlittene Ablenkung als die optische Arbeit bezeichnet) dem in der mechanischen Physik angenommenen Begriffe einer Arbeit, wonach diese immer das Aequivalent aufgebrauchter Energie und z. B. in der Mechanik gleich dem Produkt einer Kraft und eines Weges ist. Ausserdem kann ich nicht im Mindesten finden, dass von diesem Begriffe irgend eine andere Anwendung gemacht sei als zu einer Modifikation des Ausdrucks.

Ich kann sodann — und hier steht mir die grosse Autorität von Gauss zur Seite — die vom Verfasser wiederholt hervorgehobene Bedeutung des optischen Mittelpunktes bei zusammengesetzten Systemen ebenfalls nicht anerkennen. Bei einer einfachen Linse ist der (nach dem Verf. von Harris zuerst bemerkte) optische Mittelpunkt dadurch ausgezeichnet, dass er erstens auch für endliche Neigung der Strahlen konstant derselbe bleibt und dass er zweitens eindeutig ist: nämlich derjenige Punkt im Glase, dessen Konjugirte in Bezug auf die beiden Flächen der Linse nach der Luftseite hin die Hauptpunkte der Linse sind. Bei einem zusammengesetzten optischen System fallen beide Momente weg und als optischen Mittelpunkt paraxialer Strahlen kann man jeden Punkt der Axe wählen, welcher in Bezug auf den ihm vorangehenden Theil des Systems dem ersten Hauptpunkte, in Bezug auf den ihm nachfolgenden dem zweiten konjugirt ist. Die vom Verfasser angegebene Konstruktion, in welcher die bei einem zusammengesetztem Systeme doch ganz nebensächlichen Stücke: erste und letzte Fläche des Systems benützt werden, ist meines Erachtens nicht haltbar.

Auf S. 51 wäre richtig zu stellen, dass Prof. Abbe das Diaphragma eines optischen Apparates nicht mit der Pupille, sondern mit dessen Iris verglichen hat. Die Bilder dieser Iris bezeichnet Prof. Abbe in richtiger Analogie mit den beim Auge vorliegenden Verhältnissen als (Ein- und Austritts-) Pupille. Die betreffenden Auseinandersetzungen des Verfassers werden übrigens ohne weitere Erläuterung, zum Mindesten durch eine Figur, wohl kaum Jemandem verständlich sein, der mit der betreffenden Lehre nicht schon vorher bekannt war.

Das zweite Kapitel behandelt die chromatische oder Farbenabweichung, das dritte die sphärische Aberration und die Anomalien schiefer Kegel, d. h. den Astigmatismus, die Wölbung, die Distortion und das sogenannte Coma (die sphärische Aberration höherer Ordnung im Hauptschnitt). Dieser letztere Fehler ist vielfach noch gar nicht oder wenig bekannt, wird deshalb vom Verfasser gebührend hervorgehoben. Im vierten Kapitel werden die perspektivischen Anomalien noch genauer durchgegangen, im fünften die sogenannte „Beugungsaberration“ kurz durchgenommen, allerdings ohne dass hier auf die einschlägigen Untersuchungen von Abbe, Helmholtz und Rayleigh gebührend Rücksicht genommen wäre. Das sechste Kapitel handelt von der Lichtstärke, dem Bildfeld, Lichtfeld und der Fokustiefe. In einem Anhang zu demselben werden die optischen Bedingungen der Vergrösserungsapparate dargelegt. Das siebente Kapitel führt die Untersuchungsmethoden der photographischen

Linsen und die hierzu dienenden Apparate auf und ist natürlich von besonderem Interesse. Im achten Kapitel endlich folgt eine kurze Beschreibung der bemerkenswerthesten Linsensysteme für Photographie. Ich muss mich darauf beschränken, hier diese kurze Inhaltsangabe zu machen, da ein gleich ausführliches Eingehen auf Einzelheiten, wie oben, für die Leser kaum von Interesse sein dürfte.

So interessant im Allgemeinen die Darlegungen, namentlich dieser beiden letzten Abschnitte sind, bei welchen der Verfasser aus dem reichen Quell seiner Erfahrung schöpfen konnte, so kann ich doch andrerseits die allgemeine Bemerkung nicht unterdrücken, dass er sich wohl manchmal in einem Irrthum befindet, wenn er Arbeiten, über welche er selbst schon einmal irgendwo eine kurze Notiz veröffentlicht oder sogar mit dem Urheber derselben persönlich gesprochen hat, auf diese Anregung zurückführt. In der Litteratur und mündlicher Unterhaltung mit Fachgenossen werden Jedem unzählige Anregungen gegeben, von denen wohl immer nur ein sehr kleiner Theil wirklich fruchtbar wird. Es liegt hier dieselbe Verschwendung vor, welche die Natur auf dem physischen Gebiete mit der Ausstreuung von Keimen begeht; und auf dem geistigen Gebiete verhält es sich sogar meistens geradezu so, dass für die in Angriff genommene Bearbeitung einer Aufgabe schliesslich gar nicht die ursprüngliche Anregung das wirksame Motiv abgiebt, sondern dass dieses aus den viel dringlicheren später erwachsenen eigenen Bedürfnissen entstanden ist. Dies kann ich wenigstens in Bezug auf die hier in Jena ausgeführten Arbeiten mit aller Bestimmtheit versichern. Weder bei den auf die Feinkühlung des Glases gerichteten Bemühungen der Herren Schott und Abbe, noch bei der Konstruktion der Triplets oder Anastigmate hat Jemand im Entferntesten an die gleichgerichteten Bemühungen des Herrn Dr. Schroeder gedacht, sondern beide Arbeiten nahmen ihren Ursprung durchaus selbständig aus Beobachtungen, Ueberlegungen und Bedürfnissen, welche erst unmittelbar vorher aufgetaucht waren; und auch im Verlaufe der Arbeiten selbst fielen Keinem die früheren Bemühungen oder Anregungen des Verf. eher ein, als bis er selbst — privatim oder öffentlich — auf dieselben hinwies. —

In einem Nachtrag giebt Verfasser betreffs der Sinusbedingung die geschichliche Notiz, dass Biot in seiner Arbeit über die Theorie der terrestrischen Okulare bereits im Jahre 1842 auf jene Bedingung gestossen sei durch das Bestreben, die Vergrösserung über das ganze Sehfeld konstant zu machen. Ich kann diese Priorität in keiner Weise zugeben. Biot spricht erstens a. a. O. gar nicht davon, dass das Verhältniss der Sinus innerhalb des ganzen Sehfeldes konstant sein müsse und er sagt ferner ausdrücklich, — gerade zwei Seiten nach der zitirten Stelle, — dass er nur von unendlich kleinen Winkeln spreche, bei welchen der Sinus der Tangente und dem Winkel selbst gleich gesetzt werden könne. Einem Manne wie Biot würde auch die grosse Bedeutung eines Theorems, wie es das Sinusgesetz ist, gewiss nicht entgangen sein und er würde nicht unterlassen haben, sie gebührend hervorzuheben, jedenfalls aber doch, das Gesetz besonders zu beweisen, was a. a. O. nirgends geschehen ist. Es dürfte also doch wohl dabei bleiben, wie ich gelegentlich (*diese Zeitschr. 1888 S. 253*) bemerkt habe, dass der erste Urheber dieses Gesetzes, wenn auch in versteckter Form, Clausius war, seine jetzige Form und Bedeutung aber bekanntlich von Abbe und Helmholtz fast gleichzeitig und unabhängig von einander ausgesprochen worden ist.

Dr. S. Czapski.

Handbuch der physiologischen Optik. Von H. v. Helmholtz. Zweite umgearbeitete Auflage. Sechste Lieferung. Hamburg und Leipzig. L. Voss. M. 3,00.

Die sechste Lieferung dieses wichtigen und keiner Empfehlung noch Besprechung bedürfenden Werkes ist soeben erschienen. Die Lieferung setzt den zweiten Abschnitt „Die Lehre von den Gesichtsempfindungen" fort und behandelt in § 21 die „Intensität der Lichtempfindungen".

Physikalische Revue. Herausgegeben von L. Greetz. Stuttgart, J. Engelhorn. Monatszeitschrift. Vierteljährlich Mk. 8,00.

Von dieser neuen Zeitschrift, deren Begründung mit dem Eingehen des ähnliche Ziele verfolgenden Repertoriums der Physik zusammenfällt, liegen uns die ersten drei Hefte, in Stärke von je 128 Seiten, vor. Die Zeitschrift will eine Ergänzung zu Wiedemann's Annalen bilden; sie will die gesammten physikalischen Untersuchungen des Auslandes, soweit sie von Werth und Bedeutung sind, vollinhaltlich in deutschen Uebersetzungen bringen. Dass dadurch manche in wenig verbreiteten ausländischen Zeitschriften veröffentlichte Abhandlung dem deutschen Leserkreise leichter zugänglich wird, ist wohl zuzugeben. Die typographische Ausstattung lehnt sich vollkommen an die in Wiedemann's Annalen übliche an; die Figuren lassen zum Theil zu wünschen übrig.

A. Polaz. *Traité de photométrie industrielle, spécialement appliquée à l'eclairage électrique.* Paris. M. 7,80.

R. V. Picon. *Les moteurs électriques à champs magnétique tournant.* Paris. M. 1,50.

H. Ambronn. Anleitung zur Benutzung des Polarisationsmikroskops bei histologischen Untersuchungen. Leipzig. J. H. Robolsky. M. 2,50.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin. Sitzung vom 15. März 1892. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr A. Baumann führte den neuen Getreideprober vor, wie er jetzt von der K. Normal-Aichungskommission zur Aichung zugelassen ist.

Herr Runge zeigte den von ihm gebauten Profilzeichner, der zum Zeichnen der Profile von Eisenbahnschienen dient, um dadurch von Zeit zu Zeit die Abnutzung derselben festzustellen.

Der Schriftführer: *Blaschke.*

Zur Feier des sechzigjährigen Geburtstages der Herren H. Haensch und C. Reichel fand am 13. April ein von Fachgenossen, sowie Freunden der Mechanik und Optik sehr zahlreich besuchtes Festmahl statt. Herr Geheimrath Prof. Dr. Foerster feierte die Verdienste des Herrn Reichel um die Entwicklung der Präzisionsmechanik, Herr Direktor Dr. Loewenherz diejenigen des Herrn Haensch um die Vervollkommnung der technischen Seite der wissenschaftlichen Optik und hob besonders auch seine Verdienste um die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik gebührend hervor.

Patentschau.

Ertheilte Patente.

Stellbares Stichmaass mit Messschraube. Von Th. Esser in Mühlheim a. Rh. Vom 22. April 1891. Nr. 60558. Kl. 42.

Der auf der Messschraube *c* (Fig. 1) aufgeschraubte Theilkolbenzeiger *b* ist auf dem äusseren Umfange in 100 gleiche Theile getheilt und gestattet, an der Schnittkante *e* der mit Millimetertheilung versehenen Hülse *a* $^1/_{100}$ *mm* abzulesen, da das Gewinde *c* eine Steigung von 1 *mm* hat. Bei etwaiger Abnutzung der Körnerspitzen wird die innere Schraube *f* (s. Fig. 2) am Theilkolben gelöst, der Kolben festgehalten und die Schraubenspindel herausgeschraubt, bis das Maass wieder mit dem Originalkaliber stimmt. Hierauf wird der Zeigerkolben wieder mit der inneren kegelförmigen Schraube *f* festgestellt. (Vgl. *diese Zeitschr. 1891. S. 307.*)



Fig. 1.

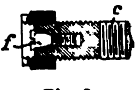
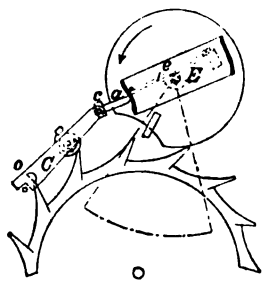


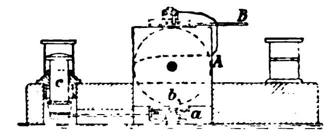
Fig. 2.

Chronometer mit an der Unruhaxe befestigter Auslösungsfeder. Von R. Lange in Glashütte. Vom 17. Mai 1891. Nr. 60071. Kl. 83.



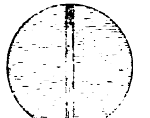
Das Auslösungsfederchen *e* ist nicht wie üblich an der Wippe, sondern mittels eines Klöbchens oder Fingers *E* an der Unruhaxe befestigt und wirkt mit einer Wippe *C* zusammen, welche vorn ein drehbares Klötzchen *c* mit einem verschiebbar befestigten Auslösestein *a* und an ihrem hinteren Ende den gegen die Gangradzähne sich anlegenden Ruhestein *o* trägt.

Vorrichtung zum Verlangsamen und Anhalten der Bewegung der Zeigernadel elektrischer Messgeräthe. Von Ed. Weston in Newark, New-Jersey, V. St. A. Vom 11. November 1890. Nr. 60418. Kl. 21.



Die Vorrichtung bezweckt eine ruhige Bewegung der Zeigernadel bei Messgeräthen. Durch das Niederdrücken des Knopfes *c* wird der Stromkreis durch das Instrument geschlossen. Der Ausschlag der beweglichen Spule *A* und somit der Zeigernadel *B* kann aber wegen der Reibung, welche zwischen dem Lederkissen *b* und der Scheibe *a* besteht, nur allmälig erfolgen. Beim weiteren Niederdrücken des Knopfes *c* wird dann die Reibung vollständig aufgehoben, sodass nun die Zeigernadel die dem elektrischen Strome entsprechende Stellung einnehmen kann. (Vgl. *diese Zeitschr. 1891. S. 346.*)

Mikrophon-Schallplatte. Von E. Gwosdeff und A. Bunge in St. Petersburg. Vom 12. April 1891. Nr. 60820. Kl. 21.



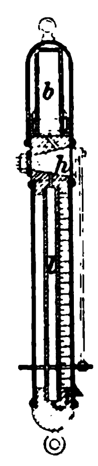
Die Fasern der aus trocknem Tannenholz hergestellten Schallplatte sind untereinander durch ein Querstück verbunden, an welchem das Kohle-Stromschlussstück befestigt ist. In Folge dessen werden auf dasselbe die Schwingungen sämmtlicher Fasern übertragen.

Anschlussende für elektrische Leitungsschnüre. Von C. J. Vogel in Berlin. Vom 17. Juni 1891. Nr. 60851. Kl. 21.

In der durch die Verengung *m* der Hülse *a* gezogenen und von der Umhüllung *e* befreiten Leitungsschnur *c* wird ein Knoten *d* gebildet. Durch Festschrauben des Stöpsels *b* wird alsdann die stromleitende Verbindung hergestellt und zugleich der Knoten und die Umhüllung der Schnur festgeklemmt.

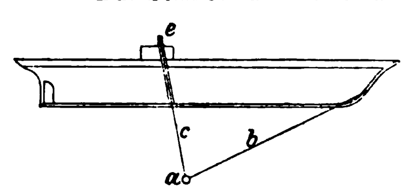
Wassertiefenmesser. Von G. A. Rung in Kopenhagen. Vom 22. April 1891. Nr. 59393. Kl. 42.

In der Kammer *b* wird die Luft während des Hinuntersenkens des Apparates durch den Wasserdruck zusammengedrückt. Diese Kammer steht in Verbindung mit der Messkammer *h*, in welcher ein bestimmter Rauminhalt der zusammengedrückten Luft durch geeignete Mittel von der Kammer *b* abgesperrt wird, sobald der Apparat den Punkt erreicht hat, dessen Entfernung von der Oberfläche des Wassers man sucht. Gleichzeitig mit der Absperrung wird die Messkammer mit einem Messrohr *l* in Verbindung gesetzt, in welchem die zusammengedrückte Luft sich frei ausdehnt und dadurch, dem Mariotte'schen Gesetze zufolge, an der entsprechenden Theilung angiebt, bis zu welcher Tiefe der Apparat versenkt gewesen ist.

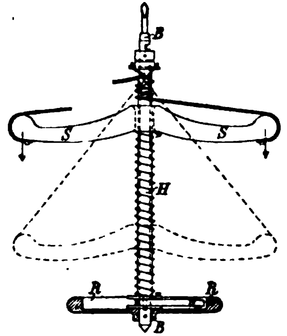


Senkloth mit Vorrichtung zur selbthätigen Angabe von seichtem Fahrwasser. Von Th. C. Knudsen und A. Nörholm in Kopenhagen. Vom 9. Mai 1891. Nr. 59683. Kl. 42.

Das Senkloth *a* ist unterhalb des Schiffes an zwei Leinen *b* und *c* aufgehängt, von denen die letztere an einer Rolle *e* befestigt ist. Ein Gegengewicht, auf die Axe dieser Rolle wirkend, hält die Vorrichtung im Gleichgewicht und bewirkt eine Drehung der Rolle, wenn das Schiff über seichtere Stellen fährt, als der Einstellung des Lothes entspricht, und dieses auf den Grund auftritt. Um den jeweiligen Stand des Lothes ermitteln zu können, wird eine geeignete Ablesevorrichtung angebracht, als welche die Patentschrift ein von jener Rollenaxe aus angetriebenes Räderwerk mit Zeigern beschreibt. Die Patentschrift giebt auch eine geeignete Form des Senklothes an.



Rennspindelartiges Bohrgeräth für einschneidige Bohrer. Von A. Roth in Magdeburg. Vom 15. April 1891. Nr. 60224. Kl. 49.



Das Handbohrgeräth besteht aus einer Bohrstange *B* mit Schwungrad *R*, übergeschobener Hülse *H* und Handgriff *S*, welche Theile derart zusammenarbeiten, dass beim Anziehen des Handgriffes die Hülse vermittels der Schnüre eine Drehung erfährt, die durch ein Gesperre auf die Bohrstange übertragen wird, während das freie Zurückdrehen der Hülse und damit das Wiederaufrollen der Schnur beim Nachlassen des Handgriffes durch die vorher gespannte Feder bewirkt wird.



Eine mit einem Polirstahl kombinirte Fräse. Von Müller & Schweizer in Solothurn. Vom 16. Mai 1891. Nr. 60226. Kl. 49.

Die zylindrische Fräse *B* ist mit der Polirfläche *B'* versehen, welche die zylindrische Oberfläche des durch die Fräse *B* an einem sich drehenden Arbeitsstück *A* herausgefrästen Zapfens oder Anpasses *A'* nach Maassgabe des Vorrückens der Fräse *B* polirt. (Der praktische Werth der Einrichtung erscheint wegen der auftretenden Erschütterungen beim Fräsen einigermaassen fraglich.)

Vorrichtung zum Messen von Linsen. Von Geneva Optical Company in Chicago, Illinois, V. St. A. Vom 13. Februar 1891. Nr. 59636. Kl. 42.

Die zu messende Linse wird auf die drei Stifte *C* gelegt, von denen der mittlere beweglich ist, auf einen Arm des Radbogens *H* drückt und in Folge dessen die Zeigerwelle *J* dreht. Je nach der Krümmung der Linse ist die Verschiebung des Stiftes *D* und somit der Zeigerausschlag grösser oder kleiner. Behufs Berichtigung des Apparates ist das Zapfenlager *F* des Radbogens *H* verstellbar angeordnet.

Kompensationsplattenthermometer. Von O. Möller in Hamburg. Vom 1. Mai 1891. Nr. 59764. Kl. 42.

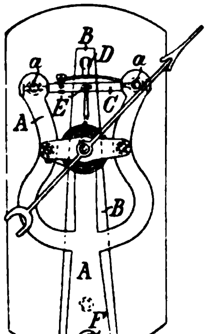


Fig. 1.

Die beiden Platten *A* und *B* sind aus zwei verschiedenen Metallplatten zusammengelöthet, so dass das eine Metall sich auf der Innenseite, das andere auf der Aussenseite befindet. Bei *F* sind beide Platten fest mit einander verbunden, während ihre freien Enden die Säulen *a* bezw. das Gelenkstück *D* tragen. *a* und *D* sind durch den rechtwinkligen, um *C* sich drehenden Hebel *E* mit einander verbunden. Findet nun eine Temperaturänderung statt, so krümmen sich die beiden Platten *A* und *B* nach innen oder nach aussen. Der Hebel *E* muss sich dann in entsprechender Weise um *C* drehen und überträgt diese Bewegung mittels eines Kettchens auf den Zeiger.

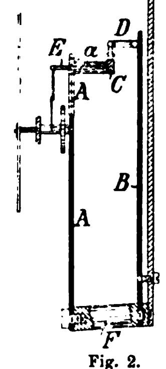
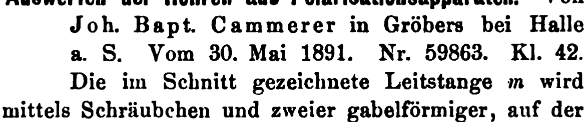


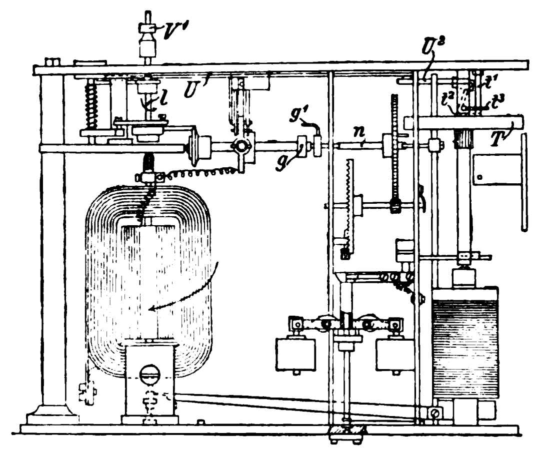
Fig. 2.

Vorrichtung zum schnellen Auswerfen der Röhren aus Polarisationsapparaten. Von Joh. Bapt. Cammerer in Gröbers bei Halle a. S. Vom 30. Mai 1891. Nr. 59863. Kl. 42.



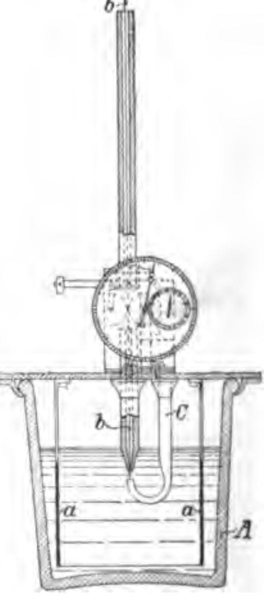
Die im Schnitt gezeichnete Leitstange *m* wird mittels Schräubchen und zweier gabelförmiger, auf der Gleitstange lose gleitender Führungsaufsätze *a* auf den Rand der Rinne *r* des Polarisationsinstrumentes aufgeschraubt. An der Stange *m* sind einerseits der Griff *c*, andererseits zwei bogenförmig gestaltete Auswerfer befestigt, während eine um die Stange *m* gewickelte Spiralfeder die Auswerfer *b* in die Höhlung der Rinne des Polarisationsinstruments drückt. Beim Polarisiren wird die Polarisationsröhre in gewöhnlicher Weise eingelegt. Sie kommt dann auf die beiden Auswerfer zu liegen, wird beim Niederdrücken des Griffes *c* ausgeworfen und gleitet in die den Griff *c* bethätigende Hand.

Elektrizitätsmesser. Von der Cie. anonyme continentale pour la fabrication des compteurs à gaz. Vom 23. Mai 1890. Nr. 60190. Kl. 21.



Bei diesem Elektrizitätsmesser wird die Bewegung der Feder V^1 eines Elektrodynamometers auf ein Zählwerk übertragen. Diese Uebertragung geschieht dadurch, dass ein mit der Axe l der Drehungsfeder V^1 verbundener Hebel durch eine Kurbelstange U mit einem Hebel U^2 gelenkig verbunden ist. Dieser Hebel U^2 greift mittels eines Stiftes t^2 in eine V-förmige Nut einer unter dem Druck einer Feder stehenden Scheibe T ein. Hierbei wird die Rückdrehung der Scheibe durch einen Anschlagstift t^1 verhindert und der Reibungsstift t^2 durch einen Stift t^3 zur geeigneten Zeit hoch gehoben. Die Axe l der Drehungsfeder V^1 wird in regelmässigen Zeitabschnitten gespannt und freigegeben. Dies geschieht durch eine lösbare Kuppelung $g\,g^1$, welche mit der Axe n des Zählwerks ver- und entkuppelt wird. Hierbei werden die von der Feder V^1 beschriebenen Winkel und somit die verbrauchten Elektrizitätsmengen genau nachgewiesen.

Elektrizitätszähler. Von E. Grassot in Cambray, Frankreich. Vom 12. April 1891. Nr. 60276. Kl. 21.

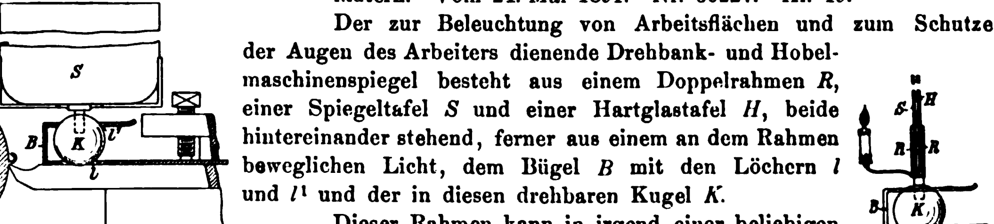


Dieser Elektrizitätszähler besteht aus einem elektrolytischen Bade A, welches eine Metalllösung enthält, einer Anode b und einer Kathode a aus demselben Metall wie das in der Lösung vorhandene. Beim Durchfluss des elektrischen Stromes wird das Metall der Anode b auf die Kathode a übergeführt. Entsprechend dem Stromverbrauch bewegt sich der Draht b nach dem festen Ansatz C hin. Diese Bewegung wird auf ein Zählwerk übertragen und so der Stromverbrauch ermittelt. (Vgl. *diese Zeitschr. 1891. S. 346.*)

Augenglas für Farbenblinde. Von F. v. Kamptz in Düsseldorf. Vom 9. Januar 1891. Nr. 59782. Kl. 42.

Mit einem Glase a, von welchem eine Seite eben ist, während die andere zwei oder mehr Facetten b, r, g hat, sind soviele der jeweilig zu verbessernden Farbenblindheit entsprechende farbige Gläser verbunden, als Facetten vorhanden sind. Hinter jeder Facette befindet sich somit ein farbiges Glas. In Folge der prismatischen Wirkungen des Facettenglases erblickt der Farbenblinde gleichzeitig die entsprechende Anzahl von entsprechend gefärbten Bildern des zu prüfenden Gegenstandes. Das gleichzeitige Erscheinen des Bildes erleichtert ihm die nöthige Vergleichung.

Schutz- und Beleuchtungsspiegel für Drehbänke und Hobelmaschinen. Von K. Tryndler in Kaiserslautern. Vom 24. Mai 1891. Nr. 60227. Kl. 49.

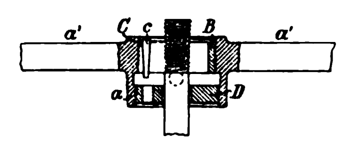


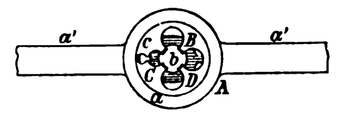
Der zur Beleuchtung von Arbeitsflächen und zum Schutze der Augen des Arbeiters dienende Drehbank- und Hobelmaschinenspiegel besteht aus einem Doppelrahmen R, einer Spiegeltafel S und einer Hartglastafel H, beide hintereinander stehend, ferner aus einem an dem Rahmen beweglichen Licht, dem Bügel B mit den Löchern l und l^1 und der in diesen drehbaren Kugel K.

Dieser Rahmen kann in irgend einer beliebigen zur Arbeitsfläche erforderlichen Stellung dadurch sofort festgehalten werden, dass die den Spiegel S tragende Kugel K, welche in den Löchern l und l^1 des Bügels B beweglich gelagert ist, durch Anpressen des letzteren gegen den Werkzeugstahl mit einem Theil der Kugeloberfläche in das obere Loch des Bügels gezwängt wird.

Gewindekluppe. Von J. S. Fletcher und Emmert in Chicago. Vom 24. Februar 1891. Nr. 60400. Kl. 49.

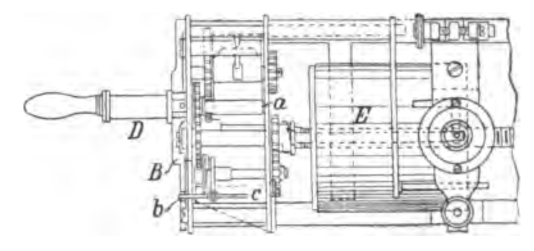
In die mit äusseren Dreharmen *a'* und konischem Muttergewinde versehene Nabe *a* ist eine eintheilige, geschlitzte, und daher federnde Gewindebacke *B* geschraubt, welche, nach Einstellung der gewünschten Gewindestärke, mittels eines in eine Erweiterung des Backenschlitzes *C* eingetriebenen Stiftes oder Keiles gegen selbständiges Drehen gesichert wird, während ein von unten in die verlängerte Nabe eingeschraubter Ring *D* das Arbeitsstück genau zentrisch und axial führt und dadurch ein Schiefschneiden des Gewindes verhindert.



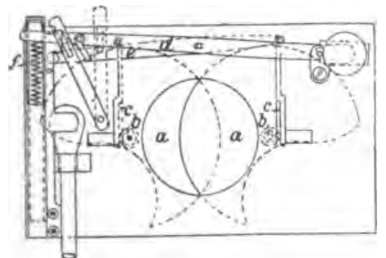


Neuerung an Phonographen. Von B. Steiner in Budapest. Vom 13. März 1891. Nr. 59791. Kl 42.

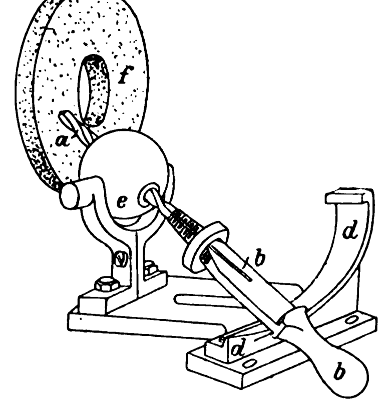
Durch den Ansatz *b* des Hebels *B* wird die Drehung des Windflügelregulators *c* so lange verhindert, bis die Aufziehkurbel *D* durch Vorschieben von der Aufziehwelle *a* entkuppelt und der Hebel *B* zum Abfallen gebracht wird. Hierdurch gelangt der Motor, welcher die Phonogrammwalze *E* bewegt, in Thätigkeit und der Membranstift lehnt sich an die Phonogrammwalze an.



Objektivverschluss für photographische Apparate. Von E. Kessler in Dresden. Vom 29. April 1891. Nr. 59394. Kl. 57.



Zwecks Erzielung einer gleichen Belichtungsdauer für alle Stellen der zu belichtenden Platte sind die den Verschluss bewirkenden Kreisschieber *a* mit theils konvex, theils konkav begrenzten Ausschnitten versehen. Zur Herbeiführung der Drehung der Schieber *a* sind mit denselben Zahnräder *b* verbunden, in welche Zahnstangen *c* eingreifen. Letztere sind mit je einem der mit einander gekuppelten Hebel *d* und *e* verbunden. Der Hebel *d* spannt bei seiner zum Zweck des Aufziehens des Verschlusses bewirkten Niederbewegung eine Schraubenfeder *f* an. Diese Feder treibt nach ihrer Auslösung beide Hebel *d* und *e* aufwärts, wodurch die Scheiben *a* gedreht werden.



Handschleifvorrichtung für Spiralbohrer. Von der Schmidt'schen Schmirgelwaarenfabrik Mayer & Schmidt in Offenbach a. M. Vom 22. Mai 1891. Nr. 59734. Kl. 87.

Durch das Kugelgelenk *e* und die Leitkurve *d* wird der in den Handgriff *b* geklemmte Bohrer *a* zu einer solchen Bewegung auf der Schmirgelscheibe *f* gezwungen, dass dadurch ein genauer Hinterschliff, und zwar für beide Schneiden derselbe genau diametral gegenüberliegende erzeugt wird.

Elektrischer Kompass mit Kursverzeichner. Von Jos. Ritter v. Peichl in Fiume. Vom 4. Juni 1891. Nr. 59960, Zusatz z. Pat. Nr. 56519. Kl. 42.

Der im ersten Anspruche des Patentes Nr. 56519 (vgl. *diese Zeitschr. 1892. S. 37*) angegebene Motor ist durch einen Elektromotor ersetzt, welcher, um die Drehung der Kompassbüchse einleiten zu können, anstatt des Wendegetriebes mit geeigneten Umschaltevorrichtungen versehen ist. Zur Verzeichnung der jeweiligen Fahrgeschwindigkeit ist an der zur Kursverzeichnung dienenden Schreibvorrichtung ein mittels Elektromagnet bewegter Schreibstift angeordnet. Der Stromkreis des genannten Elektromagneten wird jeweils nach Zurücklegung einer bestimmten Wegstrecke (Seemeile) durch das Zählwerk eines Patentlogs für kurze Zeit geschlossen, und in Folge dessen durch jenen Schreibstift auf der Papiertrommel ein Zeichen gemacht.

Für die Werkstatt.

Schraubenschlüssel mit Selbsteinstellung. Von Regierungsbaumeister W. Schilling. (Vom Verfasser eingesandt).

Der in Nachstehendem beschriebene Schraubenschlüssel mit Selbsteinstellung hat den Zweck, mit einem einzigen Schraubenschlüssel für verschiedene Schraubenköpfe und Muttern auszukommen. Fig. 1 stellt den Schlüssel in der Hauptansicht dar; in Fig. 2 ist er einer grösseren Mutter angepasst und die Deckplatte fortgenommen; Fig. 3 zeigt den Schnitt *ab* aus Fig. 2. Will man den Schlüssel zum Anziehen oder Lösen einer beliebigen Mutter benutzen, deren Grösse natürlich innerhalb der nutzbaren Abmessungen des Schlüssels liegen muss, so legt man die Backe *B* gegen eine Mutterfläche, dreht den Handgriff *H* in der Pfeilrichtung, bis sich die Backe *A* an die gegenüberliegende Mutterfläche anlegt und dreht in derselben Richtung fort, um die Mutter anzuziehen. Um sie zu lösen (rechtsgängiges Gewinde vorausgesetzt) würde man den Schlüssel um 180° umgelegt verwenden müssen, so dass die in den Figuren obere Seite nach unten zu liegen kommt. Das selbthätige Anlegen der Backe *A* geschieht durch folgende Anordnung. In den Deckplatten *P* und *P'* ist ein geschwungener Schlitz *U* vorgesehen, der in Bezug auf *B'* exzentrisch liegt. In ihm gleitet der Zapfen *A'*, welcher nach der stärker gekrümmten Kurve des Schlitzes abgeplattet ist und durch die Gleitplatte *G* mit der Backe *A* in fester Verbindung steht; der Zapfen *B'*, durch die Gleitplatte *G'* mit der Backe *B* verbunden, stellt gleichzeitig eine Drehungsaxe für *B* und für den Handgriff *H* dar, sodass bei Drehung desselben in der Pfeilrichtung der Zapfen *A'* nach Maassgabe des Bogenschlitzes *U* von *B'* entfernt wird und in Folge dessen die Backe *A* der Backe *B* nähert, wobei die Gleitplatten sich in einander schieben und die gleichgerichtete Stellung der Backen aufrecht erhalten. Beim Drehen des Handgriffes in der entgegengesetzten Richtung tritt, wie leicht übersichtlich, die entgegengesetzte Wirkung ein.

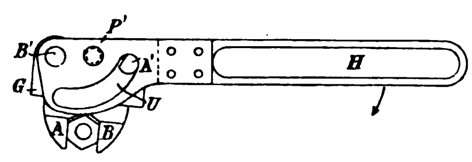


Fig. 1.

Fig. 2.

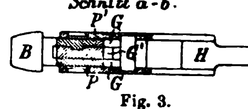


Fig. 3.

Auch die Inanspruchnahme des Werkzeuges bei seiner Verwendung ist eine sehr günstige zu nennen. Sobald die zu drehende Schraubenmutter auf die Backen einen Gegendruck ausübt, presst sich der Gleitzapfen *A'* mit seiner abgeplatteten Seite fest an die innere Kante des vorerwähnten Schlitzes, während die äussere Kante desselben nur zur Führung des Zapfens dient und niemals Druck auszuhalten hat.

Dieser Schlüssel, durch Patent No. 53068 geschützt, wird von der Deutschen Werkzeugmaschinenfabrik vormals Sondermann & Stier in Chemnitz in den Handel gebracht und zwar in zwei Grössen für Muttern von 6 bis 31 *mm* und 25 bis 50 *mm* Spannweite; der Preis für den kleineren beträgt 13,50 Mark, für den grösseren 20 Mark.

Neuerungen an Benzin- und Spirituslampen. Von G. Barthel. — *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* ***31.*** *S. 67. (1892.)*

Die in *dieser Zeitschrift 1890 S. 340* beschriebenen Barthel'schen Benzin- und Spiritusbrenner haben alle ein den Brennmaterialbehälter durchsetzendes Brennrohr, das von dem den Docht enthaltenden mantelförmig umgeben ist.

Um die Herstellungsschwierigkeiten und besonders die zu starke Erhitzung des Brennstoffgefässes, die bei dieser Einrichtung leicht eintritt, zu vermeiden, ist bei den neueren Brennern nur das Dochtrohr mit dem Brennstoffgefäss in Verbindung gebracht, während das eigentliche Brennrohr seitlich angesetzt ist. Das Trieb zur Regulirung der Dochthöhe durchdringt rechtwinklig das Brennerrohr und ist leicht zu handhaben. *Fr.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. **H. Haensch,** Beisitzer. **Direktor Dr. L. Loewenherz,** Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XII. Jahrgang. **Juni 1892.** Sechstes Heft.

Mittheilungen aus der optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena.

Von

Dr. **S. Czapski** in Jena.

I. Methode und Apparat zur Bestimmung von Brennweiten (Fokometer) nach Abbe[1]).

Seitdem Gauss in seinen *dioptrischen Untersuchungen*[2]) den exakten Begriff der Brennweite (Aequivalentbrennweite) für ein beliebig zusammengesetztes Linsensystem aufgestellt hat, sind zuerst von ihm selbst[3]), dann von Anderen[4]) zahlreiche Methoden und Apparate vorgeschlagen und zum Theil auch ausgeführt und erprobt worden, welche eine genaue Messung dieser Grösse ermöglichen sollen.

Der Natur der Sache gemäss variiren diese Methoden mehr oder minder, einmal je nach der Grösse der Brennweite, welche der Messung unterzogen werden soll und dann nach der Genauigkeit der Resultate, welche angestrebt wird. Denn man wird selbstverständlich z. B. solche Methoden, welche einen relativ grossen Raum beanspruchen (wie die Bessel'sche, mehr als die vierfache Länge der Brennweite), nicht für geeignet halten, wenn es sich um Linsensysteme handelt, deren Brennweite an sich schon eine grosse ist, und man wird andererseits da, wo eine übermässige Genauigkeit nicht beansprucht wird, umsomehr Nachdruck legen auf Kompendiosität der Methode bezw. Apparate, schnelle Ausführbarkeit der Messungen, möglichst ohne theuer zu beschaffende Hilfsmittel, möglichst im direkten Anschluss an den natürlichen Gebrauch des Systems.

Eine Diskussion darüber, inwieweit die verschiedenen bisher in Vorschlag gebrachten Methoden den jeweiligen Zwecken und Ansprüchen unter diesen Gesichtspunkten genügen, ist meines Wissens bisher noch nicht angestellt worden und ist auch nicht der Zweck der folgenden Zeilen. Es scheint jedoch, dass unter gewissen allgemeinen Gesichtspunkten die bisher bekannten Methoden an Mängeln leiden, von denen die hier zu beschreibende frei ist. Denn man wird von vornherein einer Methode den Vorzug zugestehen, welche gestattet, bis zu einem erheblichen Grade beiden genannten Anforderungen gleichzeitig gerecht zu werden, welche nämlich Kompendiosität mit relativ leicht erreichbarer Exaktheit der Resultate vereinigt und zwar letzteres hauptsächlich dadurch, dass sie mehr als die bisher bekannten die fundamentalen Bedingungen jeglicher „Mikrometrischen Messung mittels optischer Bilder"[5]) berücksichtigt und dadurch den Einfluss der systematischen wie der zufälligen Beobachtungsfehler auf das Resultat verringert.

---

[1]) Vorgetragen und demonstrirt auf der Naturforscherversammlung zu Halle, 32. Sektion (für Instrumentenkunde), von Herrn Prof. Abbe. Vgl. *diese Zeitschr. 1891. S. 446.* — [2]) Göttingen 1841. — [3]) A. a. O. § 15 bis 21. — [4]) Zusammenstellung der Litteratur in einer neuerdings erschienenen Abhandlung von S. P. Thompson. Vgl. *dieses Heft. S. 207.* — [5]) Vergl. hierüber Abbe, *Sitzungsber. Jen. Gesellsch. f. Med. u. Naturw. 1878.*

I. Bedingungen jeder Messung mittels optischer Bilder.

Als solche prinzipielle oder fundamentale Bedingungen der Messungen mittels optischer Bilder — und auf solchen beruhen ja alle Methoden zur Bestimmung der Brennweite mit Ausnahme der indirekten und nur in den seltensten Fällen anwendbaren sphärospektrometrischen Methode — hat Abbe a. a. O. die folgenden drei hingestellt.

1. Eine Präzisionsbestimmung darf nicht abhängig gemacht werden von der Auffassung des Ortes eines optischen Bildes.

Dieser Ort ist stets unsicher. Der Spielraum für eine Einstellung hängt bekanntlich, eine gewisse Akkomodationsbreite vorausgesetzt, ab, einmal von der Schärfe des beobachtenden Auges und dann von dem Oeffnungswinkel der das letzte, vor dem Auge vorhandene Bild formirenden Strahlenbüschel, und zwar in der Weise, dass er der ersteren Grösse — dieselbe gemessen durch den Winkelwerth des kleinsten eben merkbaren Zerstreuungskreises — direkt, der anderen umgekehrt proportional ist. Da nun der Oeffnungswinkel der in's Auge gelangenden Strahlen für ein normales Auge bei 250 *mm* Sehweite und 4 *mm* Pupillenöffnung nicht grösser als 55′ ist, so wird z. B. beim direkten Sehen mit unbewaffnetem Auge der Spielraum der Einstellung — wenn wir Zerstreuungskreise von auch nur 90″ scheinbarer Grösse zulassen — schon etwa 13 *mm* sein. Beim Sehen mit bewaffnetem Auge erhöht sich derselbe meistens noch beträchtlich, da man bei optischen Bildern nur selten die volle Lichtstärke bestehen lässt, sondern meist die Oeffnung der austretenden Büschel erheblich — auf die Hälfte und weniger des Pupillendurchmessers — beschränkt. Dementsprechend steigt der Einstellungsspielraum auf das Doppelte und mehr des angegebenen Werthes. Auf das Objekt selbst oder ein zwischen ihm und dem letzten Bild gelegenes intermediäres Bild bezogen, ist der Spielraum der Einstellung allerdings meist viel kleiner und zwar im Verhältniss des Quadrats der Vergrösserung, welche zwischen dem letzten Bild und dem Objekt oder dem betreffenden Zwischenbild besteht — weil die Vergrösserung in der Tiefendimension bekanntlich stets proportional dem Quadrat der Lateralvergrösserung ist.

Stellt man z. B. mit einem Okular von etwa 4,2maliger Vergrösserung (60 *mm* Brennweite) auf das in der Brennebene eines anderen Linsensystems entworfene Bild ein, so wird — ideale Schärfe dieses Bildes vorausgesetzt — der Spielraum der Einstellung auf dasselbe beiderseits von der Brennebene etwa 0,17 *mm* betragen, wenn angenommen wird, dass die Oeffnung des Systems sich zur Brennweite desselben wie 1 : 10 verhält und bei Zerstreuungskreisen von weniger als 90″ das Bild noch nicht als unscharf erkannt wird. Man hat annähernd

$$\delta\xi = \frac{\varepsilon l}{N\gamma} = \frac{\varepsilon p}{\gamma^2},$$

wenn ε die zulässige Grösse des Zerstreuungskreises auf der Netzhaut (angular gemessen) ist, l die Entfernung des deutlichen Sehens, N die Vergrösserung, welche der optische Apparat zwischen Auge und Objekt in der Bild-Entfernung l ergiebt, γ der Oeffnungswinkel der das erste Bild formirenden Büschel und p der Durchmesser der Austrittspupille.

Zufällig fast den gleichen Werth für den Einstellungsspielraum in der Brennebene eines optischen Systems erhält man bei den angenommenen Grössenverhältnissen nach Rayleigh[1]), wenn man nach den Grundsätzen der Undulations-

[1]) *Phil. Mag.* V. **20.** S. 355. (1885.)

theorie berechnet, innerhalb welches Intervalls auf der Axe die von der Oeffnung der Linse ausgehenden kohärenten, gleichphasigen Elementarwellen sich noch zum überwiegenden Theil summiren, also vermehrte Intensität ergeben. Dieses Intervall df ist nämlich nach Rayleigh $df = \lambda\,(f/y)^2$, wenn f die Brennweite, y die halbe Oeffnung des Systems bezeichnet und λ die Wellenlänge des angewandten Lichtes, also auch $df = 4\lambda/\gamma^2$. Nach beiden Betrachtungsweisen ergiebt sich die Grösse des Einstellungsspielraumes unabhängig von der Grösse der Brennweite des Linsensystems. Daher ist der relative Einstellungsfehler (df/f bezw. $d\xi/\xi$) umgekehrt proportional der Brennweite. Immerhin würde derselbe noch bei Systemen von 1 *m* Brennweite gemäss Obigem etwa 0,2 % beiderseits betragen. Handelt es sich um Messungen behufs Ermittlung der Brennweite, so wird dieser Betrag meist noch weit überschritten, da man — um die Aequivalentbrennweite der zentralen Zone des Systems und damit deren Fundamentalwerth zu erhalten, d. h. um die durch die Randzonen eingeführten Aberrationen auszuschliessen — gewöhnlich eine beträchtliche Abblendung des Objektives vornehmen muss. In dem obigen Beispiele betrüge die zur Aufnahme des ganzen austretenden Büschels nöthige Puppillenweite des Beobachters d. h. die Austrittspupille des ganzen Instruments 4 *mm* — ein Werth, der meistens bei Weitem nicht erreicht wird.

Es darf daher bei der Ermittlung der Brennweite eines optischen Systems die Messung der Entfernung eines optischen Bildes von einem anderen oder auch von physischen Fixpunkten jedenfalls kein Faktor sein, wenn nicht von vornherein Bedenken gegen die Präzision der Resultate geweckt werden sollen.

Da nun für die Einstellung ein gewisser Spielraum mit Nothwendigkeit immer bestehen bleibt und es unter Umständen sogar sehr erwünscht ist, unter Bedingungen zu beobachten, unter welchen dieser Spielraum noch erheblich vergrössert ist, nämlich mit stark abgeblendeten Büscheln, so stellt Abbe als zweite Anforderung an diese Gattung von Messungen die auf,

2. dass auch indirekt die Messung nicht durch die Einstellung beeinflusst werden dürfe.

Handelt es sich z. B. darum, die Grösse des Bildes $PQ = y'$, welches durch das System S von OM entworfen wird, zu messen und wird hierbei ein Einstellungsfehler $QQ' = \delta x'$ begangen, so wird statt des Punktes P die Mitte des Zerstreuungskreises, welchen die durch Q' senkrecht zu SQ' gelegte Ebene aus dem Büschel ABP herausschneidet, sich auf die in der Ebene $P'Q'$ reell oder virtuell vorhandene Messvorrichtung projiziren und somit als Bildort aufgefasst werden. Demnach wird die Messung von PQ gefälscht um $RP' = QQ'\,tg\,PSQ$, oder $\delta y' = \delta x'\,tg\,w$. Die Verfälschung der aus der Bildgrösse berechneten Objektgrösse ist dann

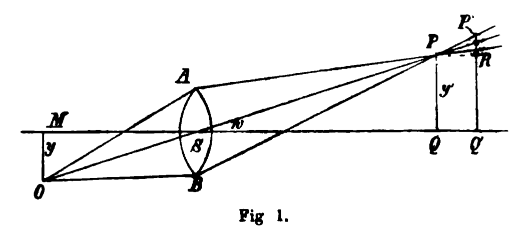


Fig 1.

$$\frac{\delta y}{y} = \frac{\delta x'\,tg\,w}{Ny},$$

wenn $N = y'/y$ die lineare Vergrösserung in den Punkten M und Q bezeichnet.

Die Momente, von welchen die Grösse von QQ' (welches von der Grössenordnung von PP' ist) abhängt, sind oben, unter 1) angegeben. Als zweiter gleich einflussreicher Faktor für den Einfluss der Messungsfehler bietet sich der Winkel PSQ

dar, welchen die Axe (optische Schwerpunktslinie) des bildformirenden Büschels mit der Axe des Systems einschliesst[1]).

Die unter 2) aufgestellte Forderung deckt sich also mit der: diesen Winkel möglichst klein, d. h. wenn angängig gleich Null zu machen. Und letzteres ist in der That ausführbar.

Man braucht nur eine genügend enge Blende in der vorderen Brennebene des Systems oder an irgend einer Stelle des Systems anzubringen, welche in Bezug auf den im Sinne des einfallenden Lichtes ihr vorangehenden Theil des Systems konjugirt ist dem vorderen Brennpunkte des ganzen Systems; d. h. man braucht nur, nach der Bezeichnung Abbe's, das System nach der Bildseite hin „telezentrisch" zu machen, um das Gewünschte zu erreichen. Denn wie ohne Weiteres ersichtlich (Fig. 2), werden dann die Axen aller aus dem System austretenden Büschel der Axe des Systems selbst parallel sein.

Eine Verschiedenheit der Einstellung auf das vom System S erzeugte Bild — mag sie auch in Folge der vorgenommenen Abblendung in ihrem linearen Maasse noch so beträchtlich sein — ist dann gänzlich ohne Einfluss auf die Auffassung und damit auch Messung der Bildgrösse.

Die vorhin angenommene Einrichtung des Messapparates ist nicht die übliche. Gewöhnlich, z. B. bei Mikrometermikroskopen, ist vielmehr die Pointirungsebene bezw. Mikrometervorrichtung in relativ konstanter Entfernung von dem abbildenden System starr mit ihm verbunden (durch das Tubusrohr) und wird mit ihm als Ganzes auf das Objekt bezw. Zwischenbild eingestellt. Ein Spielraum der Unsicherheit besteht daher dann nur in letzterer Einstellung, d. h. in der Entfernung des Objektes vom abbildenden System. Um den Einfluss dieser Einstellungsunsicherheit auf die Messung des Objektes aufzuheben, ist es, wie aus der allgemeinen Theorie des Strahlenganges sich sofort ergiebt, nothwendig, das betreffende System nach der Objektseite hin „telezentrisch" zu machen. Dies geschieht ebenso einfach, indem man in der hinteren Brennebene des Systems (oder einer Ebene, die ihr in Bezug auf den zwischen beiden befindlichen Theil des Systems konjugirt ist) ein Diaphragma anbringt. Alsdann wird ein Objekt von bestimmter Grösse auf der Pointirungsebene stets in gleicher Grösse — nur verschiedener Schärfe — abgebildet, ganz gleich, welches seine Entfernung vom Linsensystem ist. Man hat sich Fig. 2 nur um 180° gedreht zu denken und darin Objekt und Bild ihre Funktionen vertauschen zu lassen, um den diesem Falle entsprechenden Strahlengang veranschaulicht zu erhalten.

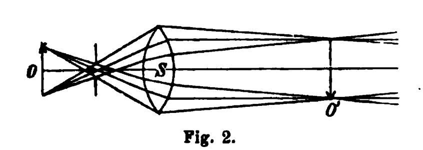


Fig. 2.

Die Grösse des Diaphragmas ist nicht ganz gleichgiltig. Dasselbe muss so klein sein, dass auch das stärkst geneigte, das Diaphragma passirende und zur Messung beitragende Strahlenbüschel noch vollständig vom System aufgenommen wird und nicht etwa durch die Linsenränder sekundär abgeblendet wird. Andernfalls würden für den Rand des Bildfeldes die Schwerpunkte der Zerstreuungskreise, welche bei unscharfer Abbildung als Bildorte aufgefasst werden, nicht mehr auf den durch die Mitte der Blende gehenden Haupt-

[1]) Bei dieser in Mikroskopen und Fernrohren üblichen Form der Strahlenbegrenzung durch den Rand der Objektivlinse, wobei sich also die Hauptstrahlen (die Axen der Büschel) in der Mitte des Objektives (nahe den Hauptpunkten) kreuzen, ist der Einfluss eines Einstellungsfehlers auf die Messung der Bildgrösse ein relativ beträchtlicher.

strahlen liegen, und in Folge dessen obige Betrachtungsweise ihre Giltigkeit verlieren.

3. Eine dritte Anforderung an jede Präzisionsmethode zur Messung irgend welcher Kardinalelemente mittels optischer Bilder ergiebt sich aus folgender einfachen Ueberlegung:

Es liegt in der Natur der dioptrischen Systeme, dass im Allgemeinen Bilder von endlicher Grösse den Objekten nicht in allen Theilen proportional sind, sondern dass das Grössenverhältniss beider eine Funktion ihrer Dimensionen selbst ist — sei es in regelmässiger Weise, als Wachsen oder Abnehmen der Vergrösserung von der Mitte nach dem Rande des Bildes, „Verzerrung", Distortion des Bildes, sei es irregulär in Folge von Fehlern des Materiales oder Schliffes. Von vornherein muss man jedenfalls stets gewärtigen, den ersteren dieser beiden Abbildungsfehler in grösserem oder geringerem Grade bei jedem System anzutreffen. Will man aus der Vergrösserung, welche ein System in irgend zwei konjugirten Punkten hat, auf die Fundamentaleigenschaften, z. B. die Brennweite, einen Schluss ziehen, so müsste man aus diesem Grunde (wegen der Verzerrung) nur einen sehr kleinen zentralen Theil des Bildes der Messung unterwerfen.

Die Ausmessung eines Bildes bezw. des Grössenverhältnisses zwischen einem Bilde und seinem Objekte wird aber innerhalb gewisser Grenzen an sich desto genauer, je grösser Objekt und Bild gewählt werden.

Um diese beiden, anscheinend einander ausschliessenden, Anforderungen mit einander zu vereinigen, bietet sich als einziger und daher nothwendig zu betretender Ausweg der dar: Die Messung selbst an grossen Bildern und an jeder Stelle der Axe an solchen von verschiedener, geeignet abgestufter Grösse vorzunehmen und dann aus den Resultaten dieser relativ genaueren Messungen den Fundamentalwerth der Vergrösserung, d. h. denjenigen Werth, welcher in dem unendlich kleinen zentralen Theile des Bildes stattfindet, durch Rechnung abzuleiten — als das Anfangsglied einer Potenzreihe.

Wie diesen drei Anforderungen bei der Abbe'schen Methode entsprochen worden ist, geht aus der Beschreibung dieser und des ihr dienenden Apparates hervor, die ich nun folgen lasse.

II. Methode von Abbe.

Die Bestimmung der Brennweite gründet sich bei diesem Verfahren in bekannter Weise auf die der Vergrösserungen, die das betreffende System an zwei verschiedenen Stellen der Axe giebt unter Hinzunahme der gegenseitigen Entfernung der Objekte von einander.

Fig. 3.

Ist f die Brennweite des Systems, N_1 seine Vergrösserung an einem Paar konjugirter Axenpunkte, N_2 dieselbe an einem anderen Paar und a die Entfernung der Objektebenen, so ist (Fig. 3)

$$f = \frac{a}{\frac{1}{N_1} - \frac{1}{N_2}}$$

Es wird nun zunächst der Methode die Messung des Objektabstandes (a) und nicht die des Bildabstandes (a') zu Grunde gelegt, um der Forderung 1) zu entsprechen. — Als Objekte in O_1 und O_2 werden genau getheilte Skalen (Theilungen auf Glas) verwandt.

Die Entfernung der beiden Objektebenen ist in diesem Falle bei angemessener Wahl und Einrichtung mit jeder beliebigen Genauigkeit messbar; Skalen von 100 *mm* Entfernung z. B. ohne jede besondere Einrichtung, etwa mit einem Tiefentaster, sehr leicht auf etwa 0,1 %; mit einem Vertikal-(Kontakt-)Komparator aber recht gut selbst bis auf 0,001 bis 0,002 *mm*, d. i. 0,001 bis 0,002 %.

Um der zweiten Anforderung zu entsprechen, wäre im vorderen Brennpunkte F des Systems S eine enge Blende anzubringen, und es wären hinter dem System in den Ebenen P_1 und P_2 Messvorrichtungen anzubringen, welche die Ausmessung der Bilder gestatten.

Keine der bis jetzt bekannten Messvorrichtungen jedoch (ein Mikrometermikroskop etwa) würde bei konstanter axialer Lage zugleich der dritten Anforderung hinreichend genügen, einen recht grossen Theil des Bildes der Messung zu unterziehen. Denn bei dem aus Forderung 2 sich ergebenden Strahlengange (s. Fig. 3) würden ja Bilder erhalten, die der freien Oeffnung des zu untersuchenden Systems selbst an Grösse nahezu gleich sind, und es wäre wegen Forderung 3 wünschenswerth, diese Bilder auch in ihrer vollen Ausdehnung der Messung zu unterwerfen.

Als nächstliegender Ausweg bietet sich dieser dar: Ein Mikrometermikroskop — oder welche Messvorrichtung von beschränkterem Sehfeld man sonst in Anwendung bringen mag — parallel sich selbst und der Axe des Systems von einem Ende des Bildes nach dem anderen, z. B. vom Hauptstrahl E zum Hauptstrahl G, zu verschieben. Man erhält dann nach Belieben verschiedene Theile des Bildes ins Sehfeld, und die Grösse der Verschiebung, welche man der Mikrometervorrichtung ertheilen muss, um gewisse Stellen des Bildes an eine bestimmte, markirte Stelle des Sehfeldes zu bringen, ist gleich dem Abstand zwischen den betreffenden Bildstellen. Durch Drehung, sei es der Mikrometervorrichtung, sei es des zu untersuchenden Systems um die Axe des letzteren, hat man es aufs Einfachste in der Hand, die Messung auf verschiedene Meridiane des Systems auszudehnen und sich so auch von der Symmetrie seiner Wirkungen zu überzeugen oder die Abweichungen hiervon in Berücksichtigung zu ziehen.

Verwendet man — wie es natürlich stets geschehen wird — eine Mikrometervorrichtung, die selbst ein zentrirtes optisches System mit zentrirtem Diaphragma enthält, sei es auch nur eine mit einer Skale verbundene Lupe (Ramsden's Dynameter), besser aber ein mit Fadenkreuz im Okular versehenes Mikroskop bezw. Fernrohr, so erkennt man alsbald die weitere Erleichterung, welche sich durch dessen Anwendung von selbst ergiebt. Ist nämlich die Axe, d. h. die Verbindungslinie des Fadenkreuzmittelpunktes mit dem hinteren Hauptpunkte des Mikrometer-Objektivs, annähernd parallel der Axe des zu untersuchenden Systems und behält sie diesen Parallelismus in allen Stellungen während der Verschiebungen senkrecht zu jener Axe, so kommen von selbst nur solche Büschel zur Pointirung, deren Hauptstrahlen ebenfalls jener Axe parallel sind. Die Anbringung einer Blende im vorderen Brennpunkte des Systems — welche sonst in mehreren Beziehungen ein Moment der Erschwerniss und der Unsicherheit bieten würde — erübrigt sich also gänzlich; der telezentrische Strahlengang stellt sich durch eine Einrichtung, wie die gedachte, von selbst her.

Es würde jedoch die geforderte genaue Parallelverschiebung, etwa eines Mikroskops innerhalb der wünschenswerthen weiten Grenzen ihrerseits, wenn

sie auch technisch ausführbar ist[1]), so doch eine erhebliche Vertheuerung des Apparates, oder, wenn mangelhaft, eine entsprechende Herabsetzung seiner Funktionirungsgenauigkeit herbeiführen. Um dies zu vermeiden und den ganzen Apparat noch kompendiöser zu gestalten, als er es mit jener Einrichtung sein könnte, hat Abbe den Ausweg eingeschlagen: nicht die Messvorrichtung (das Mikroskop) gegen das Objektiv, sondern dieses gegen die in ihrer Stellung festverbleibende Messvorrichtung und Skale senkrecht zu seiner Axe und parallel sich selbst zu verschieben. Diese Verschiebung ist unvergleichlich leichter mit genügender Exaktheit ausführbar, da die Entfernung des vorderen Hauptpunktes des Systems von der Glasfläche (welche Entfernung gewissermaassen der Hebelarm für die Drehungen des Systems und damit der Faktor für die Verfälschung der Versuchsbedingungen ist) in diesem Falle sehr klein gemacht werden kann — zu einem kleinen Bruchtheil des entsprechenden Faktors im anderen, zuerst gedachten Falle. Die Verschiebung Y des Objektivs, die dazu nöthig ist, um von dem Bilde eines Objektpunktes zu dem eines andern überzugehen, ist auch bei dieser Einrichtung gleich der Bildgrösse; die Grösse des mit ihr in Vergleich zu setzenden Objektes aber ist, wie eine leichte Ueberlegung zeigt, gleich dieser Verschiebungsgrösse vermindert um den wahren gegenseitigen Abstand y der Objektstriche, welche nach einander eingestellt wurden, also $= Y - y$.

Bezeichnet man diejenigen Vergrösserungen, welche das System S in seiner gegebenen Stellung von entsprechend gelegenen Objekten in den Skalenebenen hervorbringen würde — also die Reziproken der mit N_1 und N_2 bezeichneten Grössen — mit β_1 und β_2, so ist:

$$f = \frac{a}{\beta_1 - \beta_2}, \text{ worin nun } \beta_1 = \frac{Y_1 - y_1}{Y_1}, \ \beta_2 = \frac{Y_2 - y_2}{Y_2}.$$

Im Uebrigen aber bleiben alle Verhältnisse genau dieselben wie vorher. —

Dementsprechend ist nun die Einrichtung des Apparates und das Verfahren der Messung folgendes:

III. Beschreibung des Apparates.

Der Apparat (Fig. 4 und 5 auf folgender Seite) hat das Aussehen und im Wesentlichen auch die Einrichtung eines grösseren Mikroskopes. Er unterscheidet sich von einem solchen fast nur durch den am Untertheile befindlichen zur Aufnahme einer Glasskale T dienenden Metallrahmen. Eine zweite feiner getheilte Glasskale t befindet sich nahe unter der Tischplatte und kann mittels eines kleinen Hebels H nach Belieben vor- und zurückgeschlagen werden. In ihrer zentrischen Stellung wird sie durch eine in eine Nut einschnappende mit Nase versehene Feder arretirt.

Der Tisch des Mikroskops trägt eine in Schwalbenschwanzführung von rechts nach links bewegliche Platte W, in deren nach dem Beobachter zu gelegenen Rand eine Theilung auf Silber s eingelassen ist. Dieselbe streicht an einem Nonius N vorbei, welcher gestattet, 0,05 *mm* direkt abzulesen und mittels Lupe noch bequem 0,02 *mm* zu schätzen.

Die Glasskale T ist in halbe Millimeter getheilt, die Skale t ist in ihrem

[1]) Die II. Abtheilung der physikalisch-technischen Reichsanstalt lässt gegenwärtig einen Apparat (für die Messung grosser Objektivlinsen) mit dieser ersten Einrichtung von Herrn C. Bamberg in Friedenau ausführen.

mittleren Theil auf die Länge von 2 *mm* in 0,05 *mm* getheilt, an welche sich beiderseits noch je 1 *mm*, in 0,1 *mm* getheilt, anschliesst.

Der Tubus ist ebenso wie bei anderen grösseren Mikroskopen mittels Zahn und Trieb grob, mittels Mikrometerschraube fein einstellbar. Die Grösse der ersteren Bewegung kann mittels einer auf dem Tubuskörper befindlichen Millimetertheilung, welche an einem einfachen Index vorbeistreicht, die der letzteren mittels der auf dem Kopfe der Mikrometerschraube befindlichen Theilung, auf welche ein (in der Figur weggelassener) Zeiger hinweist, mit einer der Feinheit der Bewegung entsprechenden Genauigkeit gemessen werden. — Der Tubus ist ausziehbar. Der Auszug trägt ebenfalls eine Millimetertheilung, welche die Länge des ganzen Tubus von der unteren Ansatzfläche des Objektivgewindes bis zum oberen Auflagerand des Okulars angiebt. Die Messung der Tubusverschiebung

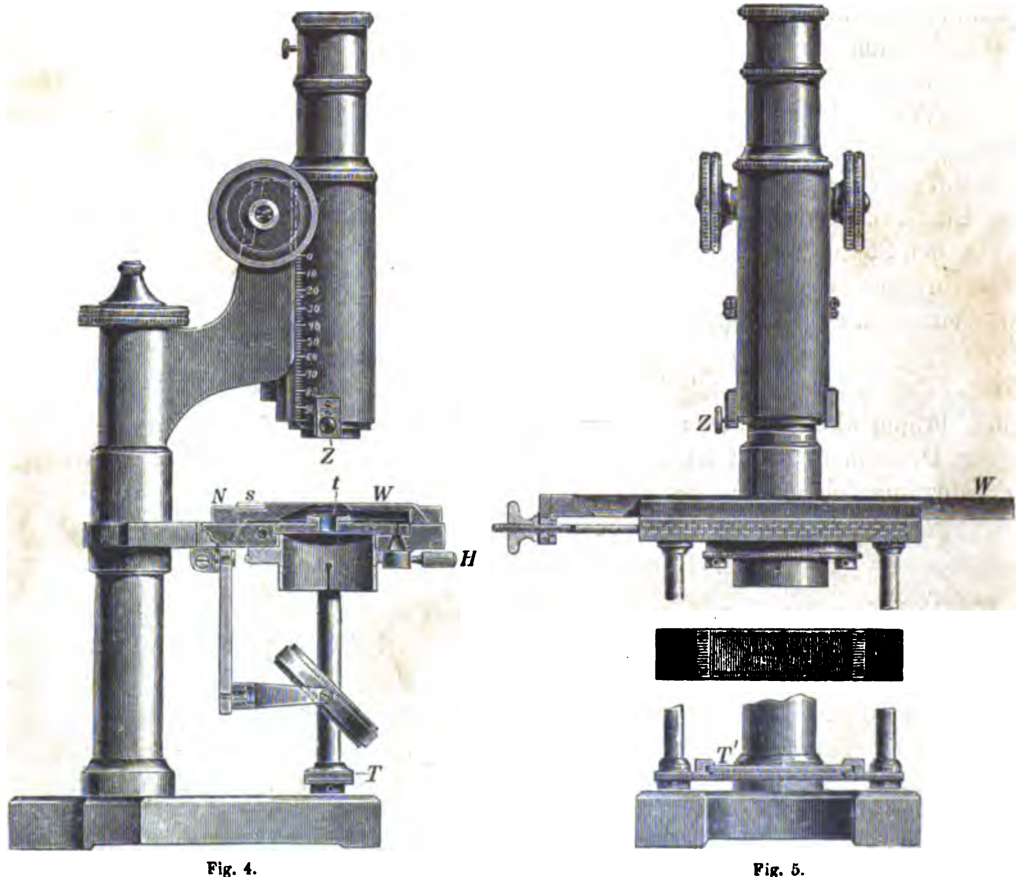


Fig. 4. Fig. 5.

oder Tubuslänge bildet zwar keinen Bestandtheil der hier beschriebenen Methode, durch die wenig kostspielige Anbringung der betreffenden Theilungen wird jedoch der Apparat ohne Weiteres für mehrere andere, zum Theil unten erwähnte, Methoden der Brennweitenbestimmung brauchbar.

Dem Apparat beigegeben sind fünf Objektive von abgestufter Brennweite und ein Okular mit ausziehbarer Augenlinse, in dessen Diaphragma entweder ein Doppelstrichkreuz, oder eine Mikrometerskale (10 *mm* in 0,1 getheilt) eingelegt werden kann. Die Objektive, mit „1" bis „5" bezeichnet, werden unten in den Tubus

eingeschraubt, das Okular einfach von oben eingesteckt und mittels einer kleinen Schraube mitränderirtem Kopfe in der gewünschten Lage festgeklemmt.

Zur Zentrirung der Objektive in der Richtung von rechts nach links dient die mit Schraube *Z* bewegliche Vorrichtung.

Die Höhe des Tubusträgers über der Tischplatte beträgt 50 *mm*, sodass Systeme dieser Höhe und bis zu einem Durchmesser von 100 *mm* auf dem Tische noch Platz finden und der Messung unterworfen werden können[1]).

IV. Der Gebrauch des Apparates

richtet sich nach dem Durchmesser, der Brennweite und der Natur der zu untersuchenden Systeme. Seiner ursprünglichen Bestimmung nach dient er in seinen jetzigen Dimensionen zur Messung von Systemen von mehr als etwa 80 *mm* Brennweite und von etwa 20 bis 100 *mm* Oeffnung. (Objektive von Fernrohren und photographischen Instrumenten.) Andere Werthe der Brennweite und Oeffnung des zu untersuchenden Systems würden andere Dimensionen des Apparats oder eine veränderte Einrichtung des Schlittens und der Skalen nöthig machen, um ebenso bequeme und ebenso genaue Messungen zu gestatten.

Man benutzt zur Beobachtung zunächst das Objektiv 1 (das von kürzester Brennweite), in dem Okular das Strichkreuz mit dem Doppelstrich in der Richtung von vorn nach hinten. Man stellt, ohne das zu untersuchende System einzufügen, mit dem Mikroskop auf die Skale *t* ein, welche mittels des zu diesem Zwecke unter dem Tische angebrachten, nach dem Gebrauch bei Seite zu schlagenden Spiegels beleuchtet wird, so dass ein scharfes Bild derselben sichtbar ist. Man zentrirt das Objektiv, so dass der mittelste Strich dieser Skale zwischen den Doppelstrichen im Okular erscheint und merkt sich, an welcher Stelle etwa der horizontale Strich des Kreuzes im Okular die Striche des Mikrometers schneidet. Man schiebt die bewegliche Platte des Tisches etwa so weit, dass der Nullstrich des Nonius auf den mittleren Strich der Skale *s*, das ist 40, zeigt.

Man legt nun das zu untersuchende System *S* nach Augenmaass zentrisch über die Skale *t* und stellt mit dem Beobachtungsmikroskop durch das System *S* hindurch wieder auf die Skale *t* ein. Im Allgemeinen wird jetzt ein anderer Strich derselben zwischen den Doppelstrichen im Okular sichtbar sein. Man verschiebt nun das System auf dem (festgestellten) Tisch so, dass derselbe Strich der Skale *t* wie vorher zwischen den Doppelstrichen des Okulars erscheint und der horizontale Strich der Okularplatte die Bilder der Striche von *t* auch annähernd in derselben Höhe durchschneidet wie vorher, als das System *S* sich noch nicht auf der Platte befand.

Man schiebt nun die Platte *W* von ihrer Mittelstellung aus um einen Betrag, dessen zulässige Grösse von der Oeffnung des Systems *S* abhängt, z. B. nach rechts. Es treten dann nach und nach andere Striche der Skale *t* zwischen das Strichpaar des Okulars und man verschiebt *W* soweit, bis ein beliebiger dieser Striche genau zwischen dem Strichpaar sich befindet. Man wird im Allgemeinen die Einstellung des Beobachtungsmikroskops etwas verändern müssen, um jetzt

---

[1]) Ein im Wesentlichen nach denselben Prinzipien gebauter Apparat befindet sich schon seit dem Jahre 1867 hier in Gebrauch; zu jener Zeit diente derselbe Herrn Prof. Abbe bei seinen ersten Arbeiten auf dem Gebiete der praktischen Optik, um die Brennweiten von Mikroskopobjektiven und deren Bestandtheilen zu messen und den erreichbaren Grad der Uebereinstimmung zwischen Rechnung und praktischer Ausführung festzustellen.

wieder ein scharfes Bild des betreffenden Skalenstrichs zu erhalten. Man liest nunmehr die Lage des Nonius *N* gegenüber der Skale *s* ab und notirt diese, ebenso wie die Entfernung desjenigen Striches von *t*, welcher jetzt zur Einstellung gebracht ist, von dem Mittelstrich.

Man verschiebt nun die Platte *W* sammt dem System *S* um denselben Betrag nach der entgegengesetzten Seite, also nach links, d. h. man verschiebt dieselbe solange, bis im Okular derjenige Strich der Skale *t* genau eingestellt ist, welcher in Bezug auf den Mittelstrich gerade symmetrisch zu dem vorher eingestellten Striche liegt. Man notirt wiederum die Stellung der Skale *s* gegenüber dem Nonius. Die Entfernung der beiden durch die Bewegung nach rechts und nach links eingestellten Striche wollen wir mit y_1, die Grösse der mittels Nonius abgelesenen Verschiebung der Skale *s* mit Y_1 bezeichnen. Diese Einstellungen und Messungen kann man zur Erhöhung der Genauigkeit für mehrere Striche der Skale *t* und natürlich auch für jeden derselben mehrmals wiederholen und muss dann die entsprechend zusammengehörigen Werthe von *y* und *Y* durch entsprechende Indizes unterscheiden.

Analog verfährt man nun in Bezug auf die untere Skale *T*, welche nach Zurückschlagen des Spiegels und der oberen Skale sichtbar wird. Diese Skale wird am zweckmässigsten beleuchtet, indem man das Fokometer von vornherein auf eine weisse Unterlage, etwa ein Blatt Papier stellt und auf dieses dann eventuell noch mit dem Hohlspiegel von hinten oben her Licht wirft. Das Objektiv 1 des Beobachtungsmikroskopes wird durch ein anderes Objektiv, 2, ersetzt, mittels dessen man nach Hinwegnahme des Systems *S* auf die Skale *T* einstellen kann. Man zentrirt wieder das Objektiv 2 auf den Mittelstrich der Skale *T* und merkt sich die Höhe, in welcher der horizontale Strich des Okulars die der Skale *T* schneidet. Man schiebt wieder die bewegliche Platte *W* annähernd in ihre Mittellage und bringt wieder das System *S* in annähernd zentrale Stellung über die Skale. Man muss nun das soeben zur Einstellung benutzte Objektiv 2 im Allgemeinen, wenn die zu messende Brennweite nicht eine sehr grosse ist, durch ein anderes ersetzen, welches eine scharfe Einstellung auf die Skale *T* durch das System *S* hindurch gestattet. Dieses Objektiv muss durch Versuche ausgewählt werden. Seine Brennweite muss desto grösser sein, je kürzer die des zu untersuchenden Systems ist. Um die Möglichkeit einer scharfen Einstellung für alle vorkommenden Fälle zu gewähren, sind deshalb die Brennweiten der dem Apparat beigegebenen Objektive dermaassen abgestuft, dass man unter Zuhilfenahme der Zahn- und Triebbewegung des Tubus und seines Auszuges auf jede Entfernung vom Tisch zwischen -40 *mm* und $+\infty$ einstellen kann, sodass man das virtuelle Bild, welches das System *S* von der Skale *T* entwirft, mit einem der Objektive sicher scharf zu erhalten erwarten darf.

Nachdem man das entsprechende Objektiv herausgefunden hat, verfährt man unter Benutzung desselben in Bezug auf Justirung des Systems *S*, Verschiebung der Platte *W* und Ablesung der Skalen *T* und *s* ganz ebenso wie vorher.

Die Entfernung der zur Einstellung gebrachten Striche von *T* sei jetzt mit y_2, die am Nonius abgelesene Verschiebung der Platte *W* mit Y_2 bezeichnet.

Auch diese Messungen wiederholt man natürlich am besten für mehrere Striche von *T*, die symmetrisch zu dem ursprünglich visirten liegen, und event. für jeden Strich mehrmals.

Ist dann *a* der Abstand der getheilten Flächen von *T* und *t*, welcher

natürlich ein für allemal mit einem Tiefentaster genau bestimmt werden muss, so ergiebt sich die Brennweite des untersuchten Objektivs:

$$f = \frac{a}{\beta_1 - \beta_2}, \quad \text{wo } \beta_1 = \frac{Y_1 - y_1}{Y_1}, \quad \beta_2 = \frac{Y_2 - y_2}{Y_2};$$

$$\text{also } f = \frac{a}{\frac{y_2}{Y_2} - \frac{y_1}{Y_1}}.$$

Wenn sich, wie meistens der Fall, zeigt, dass die Werthe von β_1 und β_2 merklich von der Grösse von Y_1 bezw. y_1 und Y_2 bezw. y_2 abhängen, so wird man zur Berechnung von β_1 und β_2 natürlich nicht das einfache arithmetische Mittel nehmen, sondern die durch die direkte Messung erhaltenen Werthe von β durch eine Reihe von der Form $\beta = \beta_0 + ky^2 + ly^4 + \ldots$ darstellen und der Berechnung der Brennweite des Systems S die hieraus abzuleitenden Fundamentalwerthe β_0 von β_1 und β_2 zu Grunde legen. Von Ausnahmefällen abgesehen, wird dabei die Beschränkung auf die beiden ersten Glieder der Reihe immer genügen; man erhält dann den gesuchten Anfangswerth β_0 oder $(y/Y)_0$ schon in grosser Genauigkeit durch Kombination von nur zwei mit verschiedenen Werthen des y ausgeführten Messungen, wenn man diese beiden y so wählt, dass sie sich ungefähr wie $1 : \sqrt{2}$ verhalten, den grösseren dabei als dem grössten noch messbaren Bild annähernd entsprechend vorausgesetzt. Gerade in dieser Möglichkeit, aus grösseren gemessenen Werthen auf die Fundamentalwerthe zurückzugehen, welche unendlich kleinen Verschiebungen des Systems und unendlich kleinen Bildausdehnungen entsprechen, liegt ein entscheidender Vortheil der Methode.

Misst man mit dem Tiefentaster ferner noch die Entfernung einer der Skalen, z. B. der oberen von der oberen Fläche der Platte W und die der äusseren Linsenscheitel von S von der gleichen Fläche, d. h. von den durch die entsprechenden Fassungsränder gehenden Ebenen, so ergiebt sich aus den Werthen der Entfernungen: Skale — Brennpunkt und Skale — Hauptpunkt durch einfache Subtraktion oder Addition der Werth der Scheitelabstände der Haupt- und Brennpunkte des Systems. Jene Entfernungen aber berechnen sich, wie eine leichte Ueberlegung unter Zuhilfenahme von Fig. 3 zeigt, folgendermaassen: X'_H = Abstand des vorderen Hauptpunkts des Systems von der Skale 1 ist $= f(1 - \beta_1)$; X'_F = Abstand des vorderen Brennpunkts des Systems von derselben Skale $= f\beta_1$. Die Lage des anderen Haupt- und Brennpunkts wird ebenso aus den entsprechenden, bei umgekehrter Lage des Systems erhaltenen Daten berechnet. Der Abstand der Hauptpunkte des Systems von den Linsenscheiteln wird bei dieser Methode mit besonderer Genauigkeit erhalten, denn ein Hauptpunkt liegt bei jeder Lage des Systems sehr nahe der oberen Skale. Der Werth von $(1 - \beta_1)$ ist daher ein kleiner ächter Bruch, und der Fehler, der in die Bestimmung des f eingegangen ist, kommt mithin in X'_H nur sehr vermindert zur Geltung.

Die Messung der wahren Oeffnung eines Systems, event. bei verschiedener Abblendung, ergiebt sich aus dem Voranstehenden von selbst. Man stellt auf den Rand der Oeffnung bezw. das Bild des Diaphragmas mit einem geeignet ausgewählten Objektiv scharf ein und misst die Verschiebung von W, welche von der Einstellung auf den einen zu der auf den anderen Rand führt.

Für die Bestimmung der Brennweiten von Okularen sowie von Mikroskop-Objektiven kann der vorliegende Apparat ganz ebenso benutzt werden, wie jedes andere hinreichend ausgestattete Mikroskop. Eine Darstellung der

hierauf gerichteten Methoden hat, nach Professor Abbe's Angaben, L. Dippel in seinem *Handbuch der allgemeinen Mikroskopie, 2. Aufl., Braunschweig 1882, S. 329 bis 339*, mitgetheilt. Eine andere Darstellung gebe ich in meiner im Erscheinen begriffenen *Theorie der optischen Instrumente (Breslau, Trewendt)* im 10. Kapitel, welches von der empirischen Bestimmung der Grundfaktoren der optischen Abbildung handelt. Ich kann mich daher hier darauf beschränken, auf jene Publikation hinzuweisen und bemerke nur noch, dass natürlich die zu untersuchenden Mikroskop-Objektive, wenn sie nicht selbst das englische Gewinde (*society-screw*) tragen, durch ein entsprechendes Zwischenstück an den Tubus des Mikroskops angepasst werden müssen. Für diese Messungen findet in dem Okular statt des Strichkreuzes eine Mikrometerskale Platz.

V. Genauigkeit der Methode. Einfluss der Messungsfehler auf das Ergebniss.

Es war:

$$f = \frac{a}{\beta_1 - \beta_2},$$

$$\text{wo } \beta = \frac{Y_1 - y_1}{Y_1} = 1 - \frac{y_1}{Y_1} \text{ und } \beta_2 = \frac{Y_2 - y_2}{Y_2} = 1 - \frac{y_2}{Y_2}.$$

Daher hat ein Fehler in der Bestimmung von a und β_1 oder β_2 die Aenderung df zur Folge, welche im Verhältniss zu f selber sich berechnet zu:

$$\frac{df}{f} = \frac{da}{a} - \frac{d\beta_1}{\beta_1 - \beta_2} + \frac{d\beta_2}{\beta_1 - \beta_2} = \frac{da}{a} - \frac{f}{a}\,d\beta_1 + \frac{f}{a}\,d\beta_2.$$

Um festzustellen, welchen Einfluss ein Fehler in der Bestimmung der ursprünglich gemessenen Grössen Y und y auf die der β hat, dient die durch Variation der Gleichung $1 - \beta = y/Y$ abgeleitete:

$$d\beta = (1 - \beta)\left(\frac{dY}{Y} - \frac{dy}{y}\right); \text{ also wird}$$

$$\frac{df}{f} = \frac{da}{a} - \frac{1 - \beta_1}{\beta_1 - \beta_2}\left(\frac{dY_1}{Y_1} - \frac{dy_1}{y_1}\right) + \frac{1 - \beta_2}{\beta_1 - \beta_2}\left(\frac{dY_2}{Y_2} - \frac{dy_2}{y_2}\right), \tag{1}$$

oder

$$\frac{df}{f} = \frac{da}{a} - \frac{f}{a}\frac{y_1}{Y_1}\left(\frac{dY_1}{Y_1} - \frac{dy_1}{y_1}\right) + \frac{f}{a}\frac{y_2}{Y_2}\left(\frac{dY_2}{Y_2} - \frac{dy_2}{y_2}\right). \tag{2}$$

Da β_1 meist nahe $= 1$ ist, so wird der Faktor von $\frac{dY_1}{Y_1} - \frac{dy_1}{y_1}$ sehr klein und derjenige von $\frac{dY_2}{Y_2} - \frac{dy_2}{y_2}$ nahe $= 1$, so dass im Grenzfalle:

$$\frac{df}{f} = \frac{da}{a} - \frac{dy_2}{y_2} + \frac{dY_2}{Y_2} + \frac{f}{a}\frac{dy_1}{Y_1}, \tag{3}$$

wenn aus dem ersteren Term noch das relativ grösste Glied mit berücksichtigt wird.

Die Bestimmung von a kann bei einer Grösse von $a =$ etwa 100 *mm* leicht auf 0,01 % genau geschehen; die von y_2 und Y_2, d. h. die Einstellungsgenauigkeit auf die untere Skale und die Messungsgenauigkeit der entsprechenden Verschiebung, erstere mit Hilfe eines Mikrometer-Mikroskops mit Doppelfäden, letztere an einer Silberskale mittels guten Nonius kann ohne Schwierigkeit bei einer Grösse der ersteren von 10 bis 30 *mm*, der letzteren von 30 bis 80 *mm* auf mindestens 0,1 % genau geschehen. Die Ablesungsgenauigkeit der oberen kleinen Skale

ist, eben wegen ihrer Kleinheit, zwar eine relativ geringere, die Fehlergrenze etwa 1 %; da aber nicht dy_1/y_1, sondern dy_1/Y_1 der maasgebende Faktor ist, so vermehrt sich diese Genauigkeit im Verhältniss von $y_1 : Y_1$, also ganz erheblich, wenn diese Skale nicht zu weit entfernt von der zugewandten Hauptebene des Systems liegt. Je nach der relativen Grösse von f und a wird der Einfluss dieses Fehlers durch den Faktor f/a wieder mehr oder minder verstärkt. Immerhin ist darauf Bedacht zu nehmen, dass dy_1 möglichst niedrig gehalten werde. Bei einer in 0,1 *mm* getheilten Skale mit recht feinen Strichen und Anwendung eines Messmikroskops mit Objektiv von etwa 40 *mm* Brennweite, wie sie bei dem Abbe'schen Apparate vorgesehen sind, kann ein Strich bequem auf $^1/_{20}$ Intervall eingestellt werden, so dass schon bei einer scheinbaren Verschiebung der Skale von 5 Intervallen = 0,5 *mm* eine relative Genauigkeit dy_1/y_1 von 1 % und eine vielleicht 50 bis 100 mal so grosse Genauigkeit in der Bestimmung der Grösse dy_1/Y_1 resultirt.

Zusatz zu der Mittheilung „Ueber verschiedene Arten selbthätiger Stromunterbrecher und deren Verwendung.“[1]

Von
Prof. Dr. **V. Dvořák** in Agram.

Einen auf Torsionsschwingungen beruhenden Stromunterbrecher hat zuerst Czermak konstruirt.[2]) Als Anker dient ein Eisenröhrchen ab (Fig. 1) mit einem Ansatz cd, der mittels zweier Schrauben an den stählernen Torsionsdraht fg festgeklemmt wird. Seitlich befindet sich ein rechtwinklig gebogener Platindraht, der in ein Quecksilbernäpfchen h taucht und die Stromunterbrechung in bekannter Weise vermittelt; ein einzelnes Daniell-Element G genügt vollkommen.

Das Quecksilber wird (nach Dr. Hiecke) mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilber in Wasser mit viel Glycerin vermengt bedeckt.

Der Anker schwingt zwischen den Polen des Elektromagneten EE, ohne anzuschlagen. Der Elektromagnet selbst ist in den Fuss A mit einem Röhrenansatz drehbar eingesetzt, und seine Stellung kann durch die Schraube S fixirt werden.

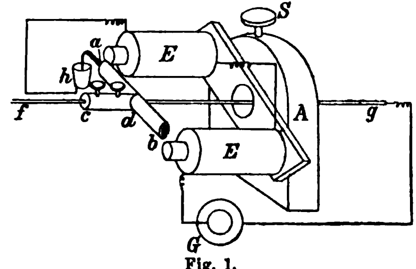


Fig. 1.

Der Stahldraht fg kann durch zwei verschiebbare eigens konstruirte Stege beliebig verkürzt, und so die Schwingungszahl auch während des Ganges des Unterbrechers beliebig vergrössert werden. Die Grösse der Amplitude wird durch die Stellung des Elektromagneten zum Anker regulirt.

Czermak hat seinen Unterbrecher hauptsächlich zur Erzeugung Lissajou-scher Kurven verwendet.

Während für kleine Schwingungszahlen mit Vortheil Torsionsschwingungen benutzt werden, sind für grosse Schwingungszahlen Transversalschwingungen einer gespannten Saite gut verwendbar. Eine verbesserte Form des transversal schwingenden Saitenunterbrechers hat Wien in *Wiedemann's Annal.* **44**. *S. 681. (1891)* ausführlich beschrieben und abgebildet.

---

[1]) *Diese Zeitschrift 1891. S. 423.*

[2]) *Zentralztg. f. Optik u. Mechanik. 1888. S. 158.* („Ein billiger Ersatz für elektromagnetische Stimmgabeln“). Elsass hat seinen Stromunterbrecher 1889 beschrieben.

Eine horizontale Eisensaite trägt unten zwei Platinstifte, die in Quecksilbernäpfchen tauchen. Der eine Platinstift besorgt die Unterbrechung des Stromes im Elektromagneten, der sich oberhalb der Saite befindet. Der zweite Platinstift dient dazu, um den primären Stromkreis eines Induktionsapparates zu unterbrechen.

Die Spannung der Saite wird durch einen Winkelhebel mit Schraube regulirt; auch kann die Saitenlänge durch zwei verschiebbare Stege verändert werden. Der Unterbrecher soll sich durch einen ruhigen sicheren Gang auszeichnen und hat den Vortheil, dass die Schwingungszahl innerhalb weiter Grenzen verändert werden kann, selbst während der Unterbrecher im Gange ist.

Eisenmann hat sein elektrophonisches Klavier vervollkommnet. Die nähere Beschreibung (von A. Ehrenfest) befindet sich in der *Zeitschrift f. Elektrotechnik (Wien), 1891. S. 396.*

Ich habe die Konstruktion der bekannten Spirale von Petřina oder Roget etwas verändert, so dass man die Selbstinduktion verstärken kann.

Die Spirale *l m* (Fig. 2) besteht aus nacktem geglühten Kupferdraht von 0,65 *mm* Dicke. Um die Elastizität zu vermehren, zieht man den Draht einige Male durch die Finger, und dann wird die Spirale recht eng aufgewickelt. Die Windungszahl ist gegen 40, die Länge *l m* (wenn die Spirale aufgehängt ist) = 40 *mm*, der Durchmesser *l o* = 20 *mm*; bei *s* ist ein dünner Platindraht angelöthet. Die Spirale ist oben mit Weichloth an einen Blechring befestigt, der von einer ziemlich langen Holzsäule *r* getragen wird.

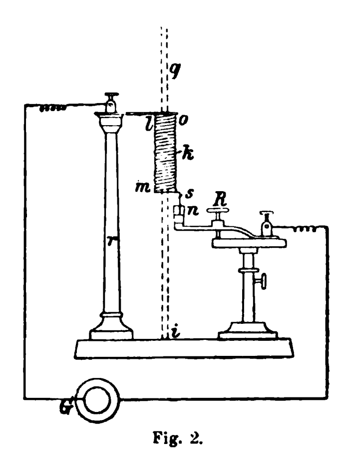


Fig. 2.

Das Quecksilbernäpfchen *n* kann mit der Schraube *R* gehoben und gesenkt werden; das Quecksilber wird nicht mit Alkohol oder dgl. bedeckt.

Bei Anwendung eines Daniell-Elementes *G* ist die Amplitude ziemlich klein, nicht bloss darum, weil die anziehende Kraft der Windungen gering ist, sondern auch deshalb, weil die Selbstinduktion sehr schwach ist.[1]) Man kann die Selbstinduktion durch Einschieben einer langen, gut ausgeglühten Eisenstange *i q* verstärken; da die Enden der Eisenstange ziemlich weit von der Spirale entfernt sind, so wirkt die Eisenstange hauptsächlich durch Verstärkung der Selbstinduktion. Die Amplitude wird bei Einschieben der Stange sofort etwas grösser.

Hebt man das untere Ende *i* der Stange etwas über den Punkt *m*, so wirkt *i* anziehend auf das Ende der Spirale *m*, und die Amplitude steigt bedeutend; mit einem Daniell-Elemente ist sie grösser als 1 *cm*.

Natürlich könnte man statt der Eisenstange auch eine dünne lange Drahtspule verwenden, durch welche der Strom des Elementes *G* geleitet wird.

---

[1]) Natürlich kann man leicht mit etwas stärkerem Strom grosse, weithin sichtbare Schwingungen erzeugen. Oft schwingt die Spirale in zwei Abtheilungen mit einem Knotenpunkte bei *k*; man könnte dies vielleicht durch Projektion auch für die Ferne sichtbar machen. Mit längeren Spiralen könnte man leicht Schwingungen mit mehreren Knotenpunkten erzielen.

Der Einfluss des Kugelgestaltfehlers des Objektivs auf Winkelmessungen mit Fernrohren.

Von
Dr. **Hugo Krüss** in Hamburg.

In seiner Dissertation widmet B. Walter [1]) einen Abschnitt den Fehlerquellen, welche bei Beobachtung der Brechungsexponenten auftreten können. Er giebt höchst bemerkenswerthe Hinweise auf bisher wenig oder gar nicht beachtete Umstände, welche auf die Ergebnisse der Messungen mit dem Spektrometer von störendem Einfluss sein müssen. Die überraschendste und am meisten zum Nachdenken auffordernde Thatsache, welche Walter mittheilt, ist folgende:

Er liess die von einem Heliostaten kommenden Sonnenstrahlen normal auf den Spalt des Spektrometers fallen und stellte das Fadenkreuz des Beobachtungsfernrohres genau auf den einen Rand des Spaltes ein. Drehte er nun den ganzen Apparat etwas um seine Axe, so dass das vom Spalte kommende Strahlenbündel das Objektiv des Kollimatorrohres und in Folge dessen auch dasjenige des Beobachtungsrohres nur an dem einen Rande der Oeffnung traf, so verschob sich das Spaltbild gegen das Fadenkreuz und zwar so erheblich, dass eine Verschiebung bis zu 1′ 20″ bestimmt werden konnte.

Walter giebt in Folge dieser Erfahrung den Rath, die Versuchsanordnung so zu treffen, dass stets sämmtliche Theile der Objektive von den sämmtlichen Theilen des Spaltes her möglichst gleich starkes Licht erhalten; er warnt vor Benutzung schmaler Lichtquellen, wie z. B. Geissler'scher Röhren, da bei diesen durch geringe seitliche Verschiebung gegen den Spalt eine entsprechende Verschiebung des Spaltbildes entstehen könne.

Die mitgetheilte Erscheinung lässt sich nun auf einen Rest von sphärischer Abweichung der Fernrohrobjektive zurückführen. Wenn man auch zumeist gewohnt ist, die sphärische Abweichung als einen Unterschied zu bezeichnen, welcher in Bezug auf die Vereinigungsweite zwischen den Axen- und den Randstrahlen eines Linsensystemes besteht, so dass diesen Strahlen bei einem Fernrohre eine verschiedene Einstellung des Okulars entsprechen würde, so kann als weitere Folge der sphärischen Abweichung eine seitliche Verschiebung des Bildes eintreten, falls eine einseitige Inanspruchnahme des Objektives erfolgt.

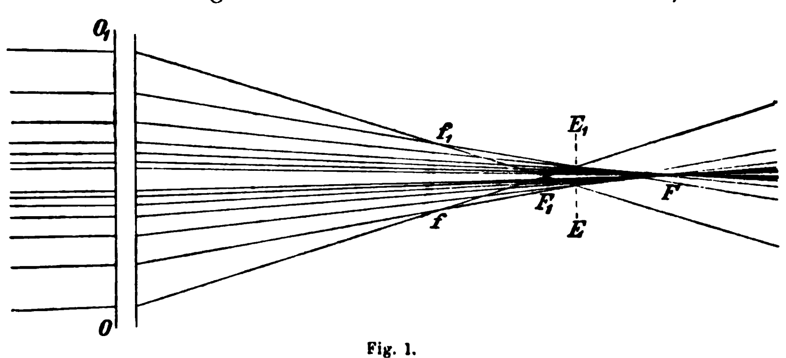


Fig. 1.

Fig. 1 veranschaulicht das Vorstehende: OO_1 sei die Oeffnung einer Linse, auf welche ein der Axe paralleles Strahlenbüschel auffällt. Der Vereinigungspunkt der Axenstrahlen liege in F, während die Randstrahlen sich nach der Brechung durch die Linse in dem Axenpunkte F_1 schneiden. Die Strecke FF_1 wird dann gewöhnlich als Maass der sphärischen Abweichung angenommen. Strahlen, welche

[1]) *Ein Verfahren zur genaueren Bestimmung von Brechungsexponenten.* Hamburg. 1891.

die Linse zwischen der Mitte und dem Rande treffen, werden nach der Brechung die Axe in Punkten schneiden, welche zwischen F und F_1 liegen. Die Folge hiervon ist zunächst, dass auch in der Ebene EE_1 der engsten Zusammenschnürung des Strahlenbündels das Bild eines unendlich entfernten Punktes nicht wiederum ein Punkt, sondern ein Zerstreuungskreis ist. Der Durchmesser dieses Zerstreuungskreises, oder besser der Winkel, unter welchem er vom zweiten Hauptpunkte der Linse aus erscheint, bildet ebenfalls ein Maass für die Grösse der sphärischen Abweichung.

Betrachtet man aber Fig. 1 weiter, so sieht man, dass nicht nur zwei symmetrisch zur Axe auffallende Strahlen sich nach der Brechung in einem Punkte der Axe schneiden, sondern dass ausserdem je zwei benachbarte Strahlen ausserhalb der Axe liegende Schnittpunkte miteinander haben, welche sekundäre Vereinigungspunkte bilden. Die Kurve, welche diese verschiedenen Vereinigungspunkte mit einander verbindet, ist die Diakaustik. Nach dem Gesagten ist ohne Weiteres klar, dass für den Fall der Ausschliessung aller anderen Strahlen bis auf die am äussersten Rande einfallenden der das Bild darstellende Vereinigungspunkt nicht mehr auf der Axe liegen kann, sondern ausserhalb derselben auf der Diakaustik, in Fig. 1 in f oder f_1. In solchem Falle findet also auch eine seitliche Verschiebung des Bildes statt und die Grösse des Winkels, welchen die Verbindungslinie des seitlichen Vereinigungspunktes f und des zweiten Hauptpunktes mit der Axe bildet, kann ebenfalls als Maass der vorhandenen sphärischen Abweichung dienen.

Will man den beregten Fehler für verschiedene Objektivkonstruktionen näher feststellen, so hat man die Natur der Diakaustik zu untersuchen. Mit derartigen Untersuchungen haben sich schon Gauss, Bessel, Scheibner u. A., zuletzt E. v. Hoegh[1]) beschäftigt. Allerdings hat Czapski[2]) der letzteren Arbeit den theoretisch unanfechtbaren Einwand gegenüber gestellt, dass nach der Undulationstheorie zwei sich treffende Lichtstrahlen durchaus nicht immer einen Lichtpunkt hervorbringen müssen, sondern unter Umständen sich sogar zu Null addiren können. Man hätte also die Interferenzwirkung mit in Betracht zu ziehen. Das ist aber so ganz einfach nicht. Zur Zeit fehlen trotz Rayleigh's Vorarbeiten dazu noch einfache analytischen Grundlagen, so dass man sich unter Anerkennung des Czapski'schen Vorbehaltes auf die bisher übliche Behandlung beschränken muss. Man kann dieses mit Berechtigung thun, sofern man sich in jedem einzelnen Falle überzeugt, dass die thatsächlich zu beobachtende Wirkung der theoretischen Betrachtung entspricht, und deshalb stehe ich nicht an, die Beobachtung Walter's durch die an der Hand von Fig. 1 über die Schnittpunkte der verschiedenen Strahlen gemachten Bemerkungen zu erklären und rechnerisch die in dieser Beziehung bei einzelnen Systemen vorhandene Abweichung zu verfolgen.

Zunächst soll eine einfache Linse betrachtet und als Beispiel eine Linse gewählt werden, an welcher Steinheil und Voit[3]) den Einfluss der Linsenöffnung auf die Vereinigungsweite darstellen.

Die Elemente dieser Linse sind:

$$r_1 = +\ 69{,}250 \qquad d = 8{,}0$$
$$r_2 = -216{,}195$$
$$n_D = 1{,}52964$$

[1]) *Diese Zeitschrift 1888. S. 117.* — [2]) *Diese Zeitschrift 1888. S. 203.* — [3]) *Handbuch der angewandten Optik. I. Band. S. 96.*

Hieraus ergiebt sich die Brennweite der Axenstrahlen mit 100,000 und es sind

für die Einfallshöhen h		die Vereinigungsweiten F
0,000485	. . . .	96,001
1,9753	. . . .	95,958
2,9630	. . . .	95,915
4,4444	. . . .	95,800
6,6667	. . . .	95,548
10,000	. . . .	94,975
15,000	. . . .	93,659
22,500	. . . .	90,550

Nach diesen Angaben ist die Figur 1 gezeichnet worden, jedoch unter Vergrösserung der Unterschiede in den Vereinigungsweiten auf das Fünffache.

Es sollen nun die Vereinigungsweiten durch eine nach Potenzen des Quadrates der Einfallshöhe fortschreitende Reihe dargestellt und der Einfachheit halber nur die erten drei Glieder dieser Reihe berücksichtigt werden.

Es sei also:

$$F = A + B h^2 + C h^4.$$

Benutzt man zur Berechnung der Konstanten A, B und C die Vereinigungsweiten F für die drei Einfallshöhen $h = 22{,}5$, $= 15{,}0$, und $= 10{,}0$, so ergeben sich die Konstanten:

$$A = 95{,}999; \quad B = -0{,}010107; \quad C = -0{,}0000012953;$$

und es wird:

h	F berechnet	F nach Steinheil und Voit	Unterschied
0,000485	95,999	96,001	− 0,002
1,9753	95,960	95,958	+ 0,002
2,9630	95,910	95,915	− 0,005
4,4444	95,799	95,800	− 0,001
6,6667	95,557	95,548	+ 0,009
10,000	94,975	94,975	± 0,000
15,000	93,659	93,659	± 0,000
22,500	90,550	90,550	± 0,000

so dass für den vorliegenden Fall die Berücksichtigung der drei ersten Glieder der Reihe als ausreichend erscheint.

Zur Bestimmung der Lage des von den am äussersten Rande der Linse einfallenden Strahlen erzeugten Bildpunktes f (Fig. 2) empfiehlt sich die Benutzung der Entwicklungen v. Hoegh's. Derselbe stellt die reziproken Werthe der Vereinigungsweiten durch einen dreigliedrigen ebenfalls nach den Potenzen der Quadrate der Einfallshöhen geordneten Ausdruck dar:

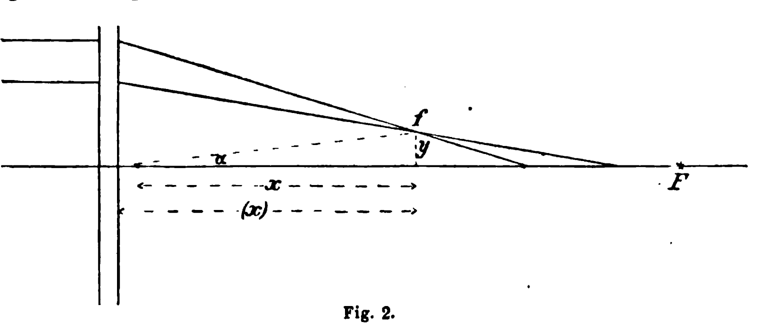


Fig. 2.

$$\frac{1}{F} = \mathfrak{A} + \mathfrak{B} h^2 + C h^4,$$

und entwickelt hieraus die Koordinaten x und y des Schnittpunktes unendlich naher Strahlen, welche die Linse in der Einfallshöhe h treffen. Er findet:

$$x = \frac{1}{\mathfrak{A}} - \frac{h^2}{\mathfrak{A}^3}(3\,\mathfrak{B} + 5\,C h^2),$$

$$y = \frac{2\,h^3}{\mathfrak{A}}(\mathfrak{B} + 2\,C h^2).$$

Setzt man zur Einführung der oben benutzten Konstanten A, B und C:

$$\frac{1}{F} = \mathfrak{A} + \mathfrak{B}\,h^2 + C h^4 = \frac{1}{A + B h^2 + C h^4},$$

so erhält man:

$$\mathfrak{A} = \frac{1}{A}; \quad \mathfrak{B} = -\frac{B}{A^2}; \quad C = \frac{B^2}{A^3},$$

und es wird:

$$x = A - h^2 B\left(5\,\frac{B}{A}\,h^2 - 3\right),$$

$$y = 2\,h^3\,\frac{B}{A}\left(2\,\frac{B}{A}\,h^2 - 1\right).$$

Hier ist x (Fig. 2) vom Scheitel der letzten Linsenfläche aus gerechnet; um die Entfernung (x) vom zweiten Hauptpunkte zu erhalten, hat man die Entfernung des letzteren vor dem Scheitel der letzten Fläche hinzu zu addiren. Der Winkel, unter welchem der Bildpunkt f vom Hauptpunkte aus erscheint, also die Grösse seiner seitlichen Winkelentfernung von der Axenrichtung, ergiebt sich aus der Gleichung:

$$tg\,\alpha = \frac{y}{(x)}.$$

So findet man leicht für die angeführte einfache Linse, wenn man $h = 22{,}5$ setzt:

$$y = 2{,}6541,$$
$$(x) = 83{,}2846,$$
$$\alpha = 1^\circ\ 49'\ 31''.$$

Durch diese Elemente ist also der Bildpunkt eines unendlich dünnen, in der Entfernung $h = 22{,}5$ von der Axe auf die Linse treffenden, mit der Axe parallelen Strahlenbündels festgelegt, während dieselben Grössen für ein ebensolches in der Axe einfallendes Strahlenbündel:

$$y = 0,$$
$$(x) = 100,$$
$$\alpha = 0,$$

sind, so dass also beide Vereinigungsbündel sich in grossem Abstande von einander befinden.

Um den geschilderten Verhältnissen bei einer einfachen Linse die entsprechende Leistung eines guten Fernrohrobjektivs gegenüber zu stellen, wähle ich das häufig zu ähnlichen Zwecken benutzte Objektiv des Heliometers in Königsberg, welches von Fraunhofer hergestellt, als Typus seiner Objektivkonstruktion dienen kann.

Die Elemente dieses Objektivs sind:

$$\text{Kron}\begin{cases} r_1 = + \ \ 838{,}164 \\ r_2 = - \ \ 333{,}768 \end{cases} \quad d_1 = 6{,}0$$
$$d_2 = 0{,}0$$
$$\text{Flint}\begin{cases} r_3 = - \ \ 340{,}536 \\ r_4 = - 1172{,}508 \end{cases} \quad d_3 = 4{,}0$$

Kron $n = 1{,}529130$

Flint $n' = 1{,}639121$

Die trigonometrische Durchrechnung ergiebt folgende Vereinigungsweiten für parallel der Axe in verschiedenen Höhen einfallende Strahlen:

h	F
0	1127,7116
32,1	1127,6687
33,1	1127,6661
34,1	1127,6634

Die Brennweite für die Axenstrahlen ist 1131,4544.

Wie man sieht, ist also der Kugelgestaltfehler bei diesem Objektive nicht ganz gehoben.

In der Gleichung

$$F = A + Bh^2 + Ch^4$$

bestimmen sich die Konstanten unter Benutzung der Werthe von F für $n = 32{,}1$, $= 33{,}1$ und $= 34{,}1$:

$$A = 1127{,}7072$$
$$B = -\ 0{,}0000\,35040$$
$$C = -\ 0{,}0000\,0000\,22752$$

Für $h = o$ würde die Formel $F = 1127{,}7072$ ergeben anstatt 1127,7116.

Es werden sodann unter Benutzung der gewonnenen Konstanten die Bestimmungsstücke für den Bildpunkt eines in der Einfallshöhe $h = 34{,}1$ das Objektiv treffenden, der Axe parallelen dünnen Strahlenbüschels:

$$y = \quad 0{,}00246,$$
$$(x) = 1131{,}3277,$$
$$\alpha = 0^\circ\, 0'\, 0'',449.$$

Dieser Bildpunkt liegt also um 0,1367 dem Objektiv näher als der Bildpunkt in der Axe, und es sind bei äusserst einseitiger Inanspruchnahme des Objektivs Winkelfehler bis zum Betrage von etwa einer halben Sekunde nicht ausgeschlossen. —

Bei dem von Walter angezogenen Falle handelt es sich aber nicht nur um die Wirkung eines einzelnen Objektives, sondern um diejenige von zwei in gewissen Entfernungen hinter einander befindlichen. Im Brennpunkte des ersten befindet sich der Gegenstand. Es ist von vornherein klar, dass sich der besprochene Fehler bei solcher Anordnung mehr als verdoppeln muss. Die aus dem Brennpunkte für die Axenstrahlen des ersten Objektives auf den Rand desselben fallenden Strahlen werden dieses Objektiv nicht parallel der Axe verlassen, also das zweite Objektiv schon geneigt zur Axe treffen.

Es sei als erstes Beipiel wieder die früher benutzte Linse von Steinheil und Voit betrachtet und zwar in den beiden Fällen, dass die beiden hinter einander gestellten Linsen sich berühren und dass zwischen ihnen ein Abstand von der Grösse der Brennweite jeder Linse (also = 100) besteht.

Es ist also die Anordnung:

$$r_1 = +\,216{,}195 \qquad d_1 = 8$$
$$r_2 = -\ \ 69{,}250 \qquad d_2 = 0 \text{ oder } 100$$
$$r_3 = +\ \ 69{,}250 \qquad d_3 = 8$$
$$r_4 = -\,216{,}195$$

$$n_D = 1{,}52964$$

Die Vereinigungsweiten für aus dem Brennpunkte der Axenstrahlen der ersten Linse kommende Strahlen nach dem Durchgange durch beide Linsen sind folgende; zum Vergleich sind die entsprechenden Zahlen für eine einzelne Linse nochmals daneben gesetzt:

h	F 1 Linse	F 2 Linsen Abstand = 0	F 2 Linsen Abstand = 100
0	96,001	96,001	96,001
10,0	94,975	93,825	93,854
15,0	93,659	91,259	91,316
22,5	90,550	85,328	85,654

Die vier betrachteten Strahlen verlassen die erste Linse unter den Neigungen zur Axe:

$0° \; 0' \; 0''$
$0 \; 3 \; 36$
$0 \; 12 \; 50$
$0 \; 45 \; 39$

In Folge dessen treffen sie die zweite Linse, wenn sie sich in grösserer Entfernung von der ersten befindet, in geringeren Einfallshöhen und erleiden dadurch geringere Brechungen zur Axe. Doch selbst bei einer Entfernung gleich der Grösse der Brennweite ist die dadurch hervorgerufene Verringerung der sphärischen Abweichung sehr gering. Erst bei verhältnissmässig sehr grossen Entfernungen beider Linsen von einander, derart, dass die Strahlen vor Eintritt in die zweite Linse die Axe schneiden, würde eine Umkehrung stattfinden, so dass die sphärische Abweichung zweier solcher Linsen geringer wird als diejenige einer einzelnen. Da aber die aus der ersten Linse tretenden Randstrahlen die Axe erst in einer Entfernung von ungefähr dem 17fachen der Brennweite schneiden, so tritt die angeführte Verminderung der Fehler erst bei einem gewiss sehr selten vorkommenden Abstande beider Linsen von einander ein.

Die Konstanten der Gleichung

$$F = A + Bh^2 + Ch^4$$

ergeben sich nun für die zwei Linsen unter Benutzung der drei Einfallshöhen 10,0, 15,0 und 22,5:

	eine Linse	zwei Linsen Abstand = 0	zwei Linsen Abstand = 100
$A =$	95,999	95,847	95,899
$B =$	− 0,010107	− 0,020080	− 0,020460
$C =$	− 0,0000012953	− 0,0000013785	+ 0,0000004244

Für die Einfallshöhe $h = 0$ sollte auch bei zwei Linsen $F = 96,001$ werden, während sich aus den Konstanten 95,847 bezw. 95,899 ergiebt. Offenbar genügen drei Konstanten nicht zur Darstellung der Brennweite für alle Höhen h von 0 bis 22,5, sie genügen aber vollständig zur Bestimmung der Lage des Bildpunktes der äussersten Randstrahlen. Dieselbe ergiebt sich folgendermaassen:

	eine Linse	zwei Linsen Abstand = 0	zwei Linsen Abstand = 100
$y =$	2,6541	5,7850	5,9103
$(x) =$	83,2846	63,9589	63,2306
$\alpha =$	1° 49′ 31″	5° 11′ 22″	5° 21′ 48″

Man sieht also, dass der Winkelabstand des berechneten Bildpunktes von der Axe etwa dreimal so gross ist bei zwei Linsen hintereinander als bei einer einzigen.

Ich habe nun weiter versucht, einen Fall zur Vergleichung heranzuziehen, welcher den Verhältnissen in dem von Walter beobachteten Falle entspricht, d. h. ein Objektiv zu konstruiren, welches dem von Walter benutzten ähnlich ist. Ich wählte dazu ein sogenanntes ineinander gepasstes Objektiv, dessen beide Linsen mit einander verkittet sind, welches also nur drei brechende Flächen hat. Ein ähnliches Objektiv ist von Steinheil und Voit (*Handbuch d. angew. Optik*) unter Nr. 7a auf *S. 178* angeführt.

Als Glasarten wurden angenommen die Gläser des Verzeichnisses von Schott und Gen. „Kalk-Silicat-Kron *O. 60* (*Nr. 8*)“ und „Gewöhnliches Silicat-Flint *O. 103* (*Nr. 36*)“. Das Objektiv kann nur drei Bedingungen genügen. Für eine Brennweite = 100 wurde es mit fünfstelligen Logarithmen so berechnet, dass für das Brechungsverhältniss der Linie D der Kugelgestaltfehler des Randstrahles mit der Einfallshöhe 5,0 gehoben war, sowie dass die Axenstrahlen mit den Brechungsverhältnissen der Linien D und G dieselbe Vereinigungsweite erhielten. Die Elemente des Objektives waren dann:

$$\text{Kron}\begin{cases} r_1 = +\ \ 40{,}9 \\ r_2 = -\ \ 42{,}6 \end{cases} \quad d_1 = 1{,}5$$
$$\text{Flint}\ \{\, r_3 = +2095{,}0 \quad d_2 = 1{,}0$$

$$\text{Kron}\begin{cases} n_D = 1{,}51790 \\ n_G = 1{,}52882 \end{cases} \qquad \text{Flint}\begin{cases} n'_D = 1{,}62020 \\ n'_G = 1{,}64281 \end{cases}$$

Zur Bestimmung des durch die noch vorhandenen Reste der sphärischen Abweichung entstehenden Fehlers in dem Bildpunkte bei einseitiger Benutzung des Objektives genügt aber die Durchrechnung mit fünfstelligen Logarithmen nicht. Diese Restfehler mussten mit Hilfe von siebenstelligen Logarithmen festgestellt werden. In dieser Weise wurden für das beschriebene Objektiv die Vereinigungsweiten berechnet für parallel der Axe einfallende Strahlen vom Brechungsindex n_D (bezw. n'_D), welche das Objektiv in den Höhen $h = 5{,}0$, 4,5, 4,0, und 0 treffen.

Ebenso wurden zwei sich berührende Objektive berechnet für ein Strahlenbündel, welches aus dem Brennpunkte der Axenstrahlen des ersten kommend angenommen wurde. Die Reihenfolge der Elemente war in diesem Falle also:

$$\begin{array}{ll} r_1 = -\ 2095{,}0 & \\ & d_1 = 1{,}0 \\ r_2 = +\ \ 42{,}6 & \\ & d_2 = 1{,}5 \\ r_3 = -\ \ 40{,}9 & \\ & d_3 = 0{,}0 \\ r_4 = +\ \ 40{,}9 & \\ & d_4 = 1{,}5 \\ r_5 = -\ \ 42{,}6 & \\ & d_5 = 1{,}0 \\ r_6 = +\ 2095{,}0 & \end{array}$$

Eine Durchrechnung für den Fall, dass die beiden Objektive einen grösseren Abstand von einander haben, wurde nicht gemacht, weil aus dem Beispiele der einfachen Linse erhellt, dass das Ergebniss wenig verschieden von demjenigen bei Berührung der beiden Linsen ist. Der Unterschied wird hier noch geringer sein, weil die Winkel, welche die aus dem ersten Objektiv kommenden Randstrahlen mit der Axe bilden, sehr viel kleiner sind als bei der einfachen Linse.

Die gefundenen Vereinigungsweiten F sind:

h	für eine Linse	für zwei Linsen
5,0	98,0805	98,0541
4,5	98,0839	98,0610
4,0	98,0867	98,0666
0,0	98,1060	98,1060

Hieraus ergeben sich die Konstanten der Gleichung

$$F = A + Bh^2 + Ch^4$$

$A =$	98,0952	98,0828
$B =$	− 0,00042938	− 0,00077397
$C =$	− 0,000006329	− 0,000014998

wenn man die Vereinigungsweiten für $h = 5{,}0$, 4,5 und 4,0 benutzt.

Für den Randstrahl ($h = 5{,}0$) erhält man dann die Koordination des Bildpunktes:

	für eine Linse	für zwei Linsen
y	0,001070	0,002484
(x)	99,9491	99,9110

und dieser Bildpunkt erscheint unter dem Winkel

α	0° 0′ 2,″20	0° 0′ 5,″13

Auch hier ist der Fehler mehr als doppelt so gross für zwei Objektive denn für ein einziges.

Aus den bisherigen Betrachtungen ergiebt sich nun von selbst ein vorzügliches Mittel zur Untersuchung eines Objektives auf geringe Fehler in Bezug auf die Kugelabweichung. Bei dem angezogenen Objektive wird man schwer den Unterschied in den Vereinigungsweiten der Rand- und Axenstrahlen von 0,0255 durch direkte Einstellung eines entfernten Gegenstandes feststellen können. Bilden aber zwei solche Objektive die Linsen des Kollimators und des Beobachtungsrohres eines Spektroskopes, so entspricht diesem geringen Unterschiede in den Vereinigungsweiten ein Winkelfehler des Bildpunktes des Randstrahles von 5,13 Sekunden. Blendet man ferner bei dem ersten Versuch das ganze Objektiv bis auf den äussersten rechten Rand desselben, das zweite Mal aber bis auf den äussersten linken Rand ab, so wird man einen Unterschied von 10,26 Sekunden in der Lage der beiden Bilder haben, eine Grösse, welche auch bei nicht zu starker Vergrösserung noch beobachtet werden kann.

Man wird aber in den seltensten Fällen in der Lage sein, über zwei gleiche Objektive zum Zwecke einer solchen Untersuchung verfügen zu können. Die abgeleitete Methode eignet sich jedoch auch zur Prüfung eines einzigen Objektives auf Reste von sphärischer Abweichung, wenn man eine Anordnung wählt, wie sie Walter bereits angedeutet hat. Es handelt sich hierbei nur darum, die aus dem Brennpunkte des Objektives kommenden Strahlen zweimal durch dasselbe gehen zu lassen.

Unter Benutzung eines Gauss'schen Okulars bewirkt man zunächst die Einstellung des so gebildeten Fernrohrs auf Gegenstände in unendlicher Entfernung. Alsdann stellt man eine ebene spiegelnde Fläche annähernd senkrecht zur optischen Axe auf. Unter Abblendung des Objektives bis auf den äussersten rechten Rand wird die reflektirende Ebene so gedreht, dass das durch das Objektiv wieder zurückkommende Spiegelbild des Fadenkreuzes mit demselben

selbst zusammenfalle. Es ist klar, dass für den Fall des Vorhandenseins einer sphärischen Abweichung der Randstrahlen der Spiegel nicht senkrecht zur optischen Axe stehen wird, sondern senkrecht zu dem nicht parallel der Axe auf den Spiegel fallenden Randstrahl. Lässt man dann bei unveränderter Stellung des Spiegels nur den äussersten linken Rand des Objektives wirken, so wird die Winkelabweichung dieser Randstrahlen durch Reflexion an dem Spiegel verdoppelt und es erscheint das Reflexbild des Fadenkreuzes neben dem Fadenkreuze selbst, bei dem oben benutzten Beispiel in einer Winkelentfernung von 10,26 Sekunden.

Bei den beiden geschilderten Anordnungen giebt die Richtung der Verschiebung die Art des Restes an sphärischer Abweichung an. Wird das Bild nach derjenigen Seite verschoben, welche bei dem Versuch am Objektive wirksam ist, so ist die Vereinigungsweite der Randstrahlen kürzer als diejenige der Axenstrahlen; ist die Verschiebung entgegengesetzt, so findet das Umgekehrte statt.

Referate.

Die Messung von Linsen.

Von S. P. Thompson. *Journ. of the Society of Arts.* ***40.*** *S. 22.* *(1891).*

Von den achtzehn Elementen, welche Verfasser bei einem Linsensystem zu messen für wünschenswerth und ausführbar erachtet, betrachtet er in seiner Abhandlung nur die beiden Kardinalfaktoren: die Lagen der Gauss'schen Haupt- und der Brennpunkte. Nach einer kurzen Uebersicht der bis jetzt vorgeschlagenen Methoden der Fokometrie, die Verfasser in sechs Klassen theilt und deren Vor- und Nachtheile er beiläufig anführt, beschreibt er eine von ihm selbst ersonnene angeblich neue Methode und den zu ihr gehörigen Apparat, welcher in dem ihm unterstehenden Institute (*Technical College, Finsbury*) neuerdings zur Prüfung von Linsen in Gebrauch genommen worden ist.

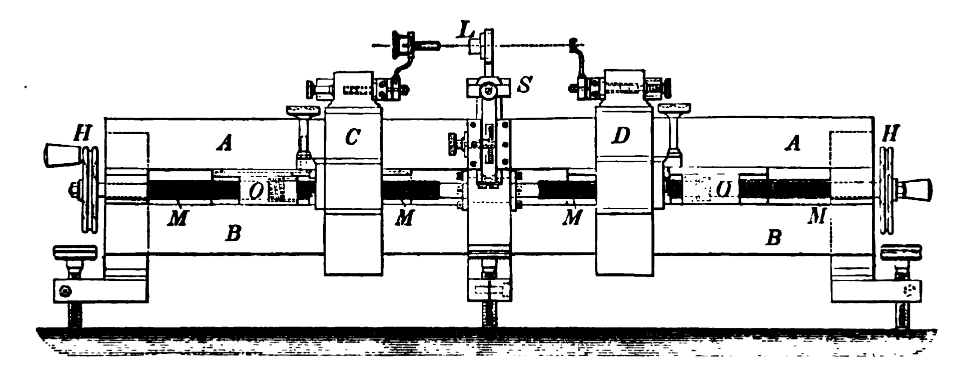
Die Methode beruht auf der Ermittlung der Lagen der beiden Brennebenen und der „symmetrischen" Ebenen. (Letzteren Namen hält er für die von Töpler hervorgehobenen zweiten oder „negativen" Hauptebenen für bezeichnender als diesen ihnen von dem Entdecker gegebenen). Das zu untersuchende Linsensystem wird mittels eines geeigneten Trägers auf einer Art optischen Bank placirt. Die Lage der Brennpunkte wird mit Hilfe von Kollimatoren ermittelt, indem das Bild, welches das zu untersuchende Linsensystem von deren Miren entwirft, auf je einer Glastafel aufgefangen und mit einer Lupe eingestellt wird. Die Einstellungsebenen sind alsdann die Brennebenen des Systems; ihre Lage kann mit Hilfe von Nonien an der optischen Bank abgelesen werden. Durch entgegengesetzt geschnittene Schrauben können die Träger der Glastafeln aus dieser ihrer ersten Stellung symmetrisch so weit vom System entfernt werden, bis die Pointirungsebenen der Glastafeln, welche durch Theilungen markirt sind, mit den Töpler'schen Hauptebenen zusammenfallen, nämlich bis das Bild, welches das in seiner ursprünglichen Lage verbliebene System von dem einen Mikrometer entwirft, genau auf die Skale des andern, ihm gleichen, fällt. Aus der Lage der Brenn- und „Symmetrie"-Ebenen ergeben sich dann in bekannter Weise die Brennweiten, das Hauptpunktsinterstitium und die anderen Kardinalelemente des Systems.

Da der Apparat in seiner technischen Ausführung einige interessante Einzelheiten bietet, so mag hier eine nähere Beschreibung desselben, erläutert durch die Skizze in der nachstehenden Figur folgen:

Die Bank besteht aus zwei vertikal übereinanderstehenden parallelen Schienen A und B aus Bronce von je 670 *mm* Länge, die an den Enden und in der Mitte mit-

einander verbunden sind. Die oberste und die unterste Fläche dieser Doppelschiene sind unter 45° abgeschrägt; die Stirnfläche der oberen Schiene trägt eine Millimetertheilung nahe der Kante.

Das zu untersuchende Linsensystem *L* wird in der Mitte der Bank auf dem Support *S* angebracht, auf welchem es in der Axenrichtung und senkrecht dazu mittels Schrauben in Schlitten bewegt werden kann. Die Supporte für die Mikrometer sind zwei Metallklötze *C* und *D*, welche auf den abgeschrägten Kanten der Schienen gleiten. Jeder trägt einen Nonius, welcher seine Stellung auf der Bank abzulesen gestattet und ist in seinem oberen Theil mit einer Feinbewegung in Richtung der Axe der Bank versehen. Diese Supporte können nun entweder frei mit der Hand die Bank entlang verschoben oder in der nachfolgend beschriebenen Weise symmetrisch durch Schraube bewegt werden. Zwischen den beiden parallelen Schienen befindet sich nämlich eine



Schraube *M* von der Länge des ganzen Apparates, deren beide Hälften entgegengesetzt geschnitten sind. An den äusseren Enden der Schraube befinden sich Scheiben *H* mit Handhaben zur Drehung der Schraube. Die Schraube besteht aus Stahl. Die beiden Theile wurden gesondert hergestellt und dann durch einen kurzen Stahlzylinder von grösserem Durchmesser mit einander verbunden. Letzterer ist auch nach der Seite hin fest gelagert, während die Schrauben an den äusseren Enden, an welchen sie natürlich zylindrisch abgedreht sind, frei in ihren Lagern ruhen. In Folge dessen beeinflussen auch die Ausdehnungen durch Temperaturänderung die beiden Schraubenhälften symmetrisch zur Mitte.

Um die Verbindung zwischen den Mikrometersupporten und der Schraube nach Belieben herstellen und wieder lösen zu können, ist folgende Einrichtung getroffen:

Auf jeder Schraubenhälfte befindet sich eine Mutter *O*, in ihrer äusseren Form einen Klotz von quadratischem Querschnitte bildend. Die untere Fläche dieser Klötze gleitet auf der oberen Fläche des untern Trägers, was die Klötze verhindert, bei Drehung der Schraube sich mit zu drehen. Zwischen der oberen Fläche der Klötze und der unteren Fläche des oberen Trägers ist ein Spielraum von 1 bis 2 *cm*. In diesem befindet sich der horizontale Theil eines ⏋förmigen Zwischenstückes. Mit diesem Zwischenstücke, welches ziemlich lang ist (etwa 150 *mm* Kantenlänge), kann mittels geeigneter Klemmschlüssel einerseits der Klotz, andererseits der entsprechende Support in beliebiger Stellung des letzteren in Verbindung gesetzt werden. Auf diese Weise ist die Möglichkeit gewährt, jedes der beiden Mikrometer für sich erst durch freie gleitende Verschiebung des Supportes auf den Trägern in eine bestimmte Lage (in die Hauptbrennebene des zu untersuchenden Systems) zu bringen und dann beide zusammen, nachdem sie mit den Schraubenmuttern in Verbindung gesetzt sind, durch Drehen der symmetrisch geschnittenen Schraube um gleichviel in entgegengesetzter Richtung zu bewegen. Um den todten Gang der Schraubenmuttern nach Möglichkeit zu beseitigen, ist nach einem, wie der Verfasser angiebt, von Sir W. Thomson herrührenden Vorschlage, jede Mutter durch einen Schnitt

senkrecht zur Axe in zwei ineinandergreifende Stücke getheilt, zwischen denen sich eine kurze starke Wurmfeder befindet. Diese drückt also die beiden Theile der Mutter an die entgegengesetzten Wände des Schraubenganges.

Die Mikrometer bestehen in Glastheilungen, deren Feinheit sich nach dem vorliegenden Falle richten muss und auf welche parallel mit der Axe des Linsensystems Lupen visiren. Auch in der äusseren Form sind diese Mikrometer dem Zwecke, welchem sie jeweilig zu dienen haben, angepasst, z. B. dasjenige, welches auf die hintere Brennebene eines Mikroskopsystems einzustellen ist, also meistens in den Trichter desselben hineingelangen muss, an dem Ende einer Röhre von geringem Durchmesser befestigt und dergl. Wie bei der Messung solcher Systeme zu verfahren ist, deren Brennebenen zwischen den Linsen liegen, giebt Verfasser nicht an. Das Verfahren der Messung ergiebt sich aus den oben dargelegten derselben zu Grunde liegenden Prinzipien und der Einrichtung des Apparates.

Die Kollimatoren, welche zur Ermittlung der Lage der Hauptbrennebene dienen, stellt Verfasser merkwürdiger Weise unabhängig von dem Apparat und in grosser Entfernung von diesem (20 bis 40 *Fuss*) gesondert auf. (Vergl. dagegen die dem gleichen Zwecke dienende Einrichtung von C. L. Berger. *Diese Zeitschr. 1886. S. 272*).

Verfasser theilt in seiner Abhandlung die Resultate der Untersuchung verschiedener Mikroskopobjektive und anderer Linsen mit, aus welchen hervorgeht, eine wie verschiedene Lage die Kardinalebenen solcher Systeme gegen die Linsenflächen einnehmen können und aus denen die Genauigkeitsgrenzen der Methode zu beurtheilen sind.

Die Methode Thompson's bietet, wie aus dem Vorstehenden ersichtlich ist, prinzipiell durchaus nichts Neues; vielmehr ist die Bestimmung der Brennweite aus der Entfernung der Brennebenen von den negativen Hauptebenen eine der am häufigsten angewandten, z. B. bei photographischen Objektiven. Wesentlich neu ist der Apparat, welcher eine viel grössere Genauigkeit der Messungen zu erreichen gestattet als frühere zu dem gleichen Zweck angegebene. Ob der bei dieser Methode und diesem Apparat gemachte Aufwand von Mitteln und Raum nothwendig oder ob derselbe vermeidbar ist, werde ich mir erlauben demnächst in dieser Zeitschrift zu erörtern. *Cz.*

Ueber ein neues Normalbarometer.

Von M. C. Krajewitsch. *Journ. de Phys. II.* **10.** *S. 214. (1891.)*

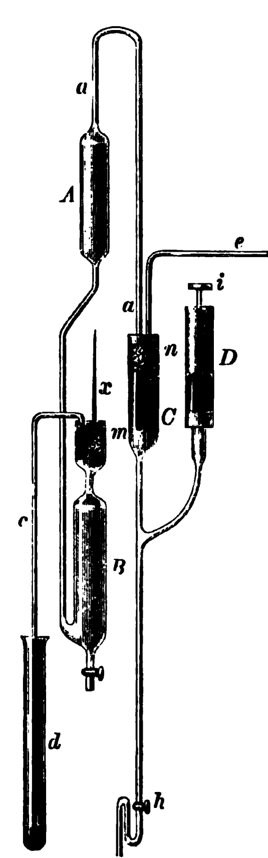
„Die Quecksilberbarometer leiden an verschiedenen Mängeln, welche indessen mit genügender Genauigkeit korrigirt werden können, mit Ausnahme des Fehlers, welcher von der Anwesenheit von Luft in dem „Vakuum" herrührt. Seine Bestimmung basirt auf dem Boyle-Mariotte'schen Gesetze, welchem die sehr verdünnten Gase nicht gehorchen."

Die Anwesenheit der Gase im Vakuum erklärt sich aus der Thatsache, dass bei der gebräuchlichen Herstellung der Glasröhren mehr oder weniger feine Kanäle entstehen, welche eine Länge von 50 *cm* erreichen können. Man bemerkt dieselben in der Form feiner Linien schon mit blossem Auge. Dass es Hohlräume sind, konnte Verfasser nachweisen, indem er sie mit roth gefärbtem Naphta-Oel füllte. Wenn der Glasbläser das obere Ende des Barometerrohres zuschmilzt, so bildet sich in der erweichten Glasmasse in Folge der Ausdehnung des Gases eine kleine Blase, welche — wenn sie nach innen zerspringt — den Hohlraum mit dem Vakuum in Kommunikation bringt, sodass letzteres mehr oder weniger schnell durch die in dem Kanal enthaltene Luft verdorben wird. Die Erfahrung beweist die Möglichkeit eines derartigen Vorganges.

Um diesem Uebelstande zu begegnen, sollte man Barometerröhren verwenden, welche nicht gezogen, sondern gegossen sind, was aber grosse Schwierigkeiten macht — oder solche Vorrichtungen anbringen, welche die in dem Vakuum angesammelten Gase zu entfernen gestatten. Dieses Mittel hat Verfasser bei seinen fest aufgestellten und transportablen Barometern in Anwendung gebracht (*Repert. d. Physik.* **23.** *Heft 6*).

Mit Hilfe einer guten Quecksilberluftpumpe gelingt es leicht, ein Vakuum herzustellen, durch welches die Funken eines Induktionsapparates von mittlerer Intensität nicht mehr hindurchgehen, welches somit besser ist als dasjenige der besten Barometer. Verfasser verwendet die Pumpen von Mendelejef-Töpler, welche eine Verdünnung bis auf 2 bis 3 Tausendstel-Millimeter ermöglicht; eine nach dem Prinzip von McLeod hergestellte Barometerprobe giebt hierüber Auskunft.

Die Hauptschwierigkeit besteht darin, die Luftpumpe von dem Barometer nach dessen Herstellung zu trennen. Die folgende Beschreibung des Normalbarometers, welches Verfasser für die Marine-Akademie hergestellt hat, zeigt wie man jener Schwierigkeit begegnen kann. In der nebenstehenden Figur sind der Raumersparniss halber die Verhältnisse der Dimensionen nicht richtig wiedergegeben. Mit *A* und *B* sind die obere und untere Kammer des Barometers bezeichnet. Erstere steht durch das gekrümmte Rohr *a* zunächst mit dem Trichter *C* und des Weiteren durch das Rohr *e* mit der Luftpumpe in Verbindung. Will man den Zusammenhang von *A* mit der Pumpe unterbrechen, so lässt man — bei geschlossenem Hahne *h* — durch geeignete Drehung der Handhabe *i* aus dem Vorrathsgefässe *D* so lange Quecksilber auslaufen, bis der Trichter *C* bis über die Mündung von *a* hinaus gefüllt ist. Lässt man nun von der Seite der Luftpumpe her (durch *e*) den Druck der Atmosphäre wirken, so steigt das Quecksilber in dem langen Rohre *a* bis zur Barometerhöhe empor und schliesst die Kammer *A* gegen die Atmosphäre ab. Das zur Luftpumpe gehörige Rohr *e* kann nun entfernt werden.



Die Operationen aber, welche man vorher vorzunehmen hatte, sind etwa folgende.

Ehe überhaupt Quecksilber in die Kammern *A* und *B* gebracht ist, lässt man — bei genügend tiefer Stellung des Quecksilberniveaus im Trichter *C* — die Luftpumpen spielen, wobei zum Abschluss der Kammer *B* gegen die Atmosphäre ebenfalls ein Barometerverschluss (*c* und *d*) benutzt wird. Man erreicht nicht unmittelbar den höchsten Grad der Verdünnung in Folge der unvermeidlichen Wasserdämpfe. Deshalb lässt man nun Luft eintreten, welche durch Phosphorsäure-Anhydrid getrocknet ist, evakuirt von Neuem und wiederholt dieses einige Male. Alsdann springt der Induktionsfunke nicht mehr über und die Mc Leod'sche Vorrichtung giebt ungefähr einen Druck von 0,003 *mm* an. Der Druck der Gase ist dann nicht grösser als der des Quecksilberdampfes. Am folgenden Tage hat sich indessen gewöhnlich wieder ein Gasdruck von einigen Zehntel-Millimetern eingestellt, welchen man durch die Luftpumpe entfernt. Erst eine 7 bis 14tägige Wiederholung dieses Verfahrens führt zum gewünschten Ziele.

Nun folgt die oben schon besprochene Abtrennung der Luftpumpe, und dann erst die Füllung des Barometers mit reinem trockenem Quecksilber, und zwar dadurch, dass man dasselbe in das Rohr *d* eingiesst, bis das Ueberfliessen durch *c* sich vollzieht.

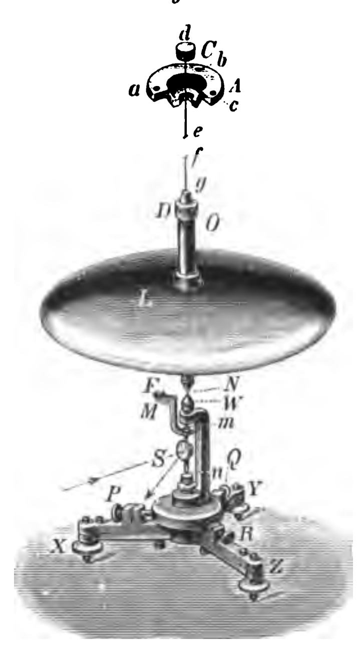
Hat sich in *B* eine genügende Quantität Quecksilber angesammelt, so stellt man durch Abbrechen der feinen Spitze des Röhrchens *x* eine Verbindung der unteren Kammer mit der Atmosphäre her, und das Quecksilber steigt nun langsam von *B* nach *A* empor. Der Trichter *m* mit seinen Anhängseln *c* und *d* kann nun ganz entfernt werden.

Das Barometer ist alsdann zur Beobachtung bereit; hierzu wird bei dem in Rede stehenden Exemplare die gebräuchliche Fernrohrablesung benutzt. *Sp.*

Foucault'sches Pendel und Apparat zur Objektivprojektion des Foucault'schen Pendelversuches.

Von M. Th. Edelmann. *Wied. Ann. N. F.* **45.** *S. 187.* (*1891.*)

Das hohlkonische Lager *A* wird mit drei Holzschrauben *a b c* an der Zimmerdecke des Hörsaales befestigt; in dasselbe passt gehärtet der Stahlzapfen *C*. Das Loch in letzterem, zur Aufnahme des Aufhängungsdrahtes *d e f g* ist in Trichterform, wie bei Drahtzieheisen, gearbeitet; am unteren Ende wird der Draht in das Loch *g* der Schraubenmutter *D* eingeschoben. An die Mutter *D* wird der Stahlbolzen *N O* angeschraubt, welcher die schwere gusseiserne Linse *L* trägt und unten in eine scharfe konische Spitze endet.



Zur objektiven Projektion des Foucault'schen Pendelversuches wird genau vertikal unter die Ruhelage des Pendels ein Spiegelapparat aufgestellt; die axiale Messingspitze *W* desselben wird mittels der Fussschrauben *X Y Z* und der Korrektionsschrauben *P Q R* genau und nahe unter die Spitze des Pendels gebracht. Der Haupttheil an diesem Nebenapparate ist eine ausserordentlich leicht bewegliche vertikale Axe mit dem Spiegel *S*. Diese Axe ist zwischen den feinen Spitzen *m n* gelagert und trägt einen Seitenarm *M* aus Aluminium, der in eine kurze Eisenschneide *F* endigt. Der Bolzen *N O* besteht aus gehärtetem Stahl und die Spitze *N* ist ein sehr kräftiger Magnetpol. Schwingt dieselbe über die Schneide *F* weg, so stellt sich letztere immer genau unter die Bahn des Punktes *N* ein und die Axe *m n* macht daher die Drehung der Pendelebene genau mit, ohne dass das Pendel in seiner freien Bewegung gestört würde. Durch Reflexion an dem Spiegel *S* kann man mittels Lichtquelle, Spalt und Linse auf bekannte Weise ein Spaltbild auf eine weisse Fläche werfen. Da sich durch die Spiegelung der Drehwinkel verdoppelt, so sieht man schon auf einem nur 4 *m* entfernten Schirm bei jeder einzelnen Pendelschwingung deutlich das Fortrücken des Spaltbildes.

Ueber einen neuen transportablen Lothapparat mit Stahldraht.

Von Émile Belloc. *Compt. Rend.* **112.** *S. 1204.* (*1891.*)

Verf. beschreibt einen Lothapparat für Tiefseelothungen, welchen er nach dem Muster eines kleinen nur 6 *kg* schweren Apparates, wie er von ihm zu Tiefenbestimmungen von Hochgebirgsseen in den Pyrenäen mit gutem Erfolg verwendet worden war, konstruirt hatte und von denen u. A. ein Exemplar für die wissenschaftliche Ausrüstung der Yacht des Prinzen Albert von Monaco beschafft wurde.

Der Apparat besteht aus einer in zwei Bronzeplatinen — die, durch Säulen verbunden, auf einer Bronzeplatte befestigt sind, — gelagerten Trommel, auf welcher sich etwa 1100 *m* Stahldraht von 0,8 oder 2000 *m* Stahldraht von 0,5 *mm* aufwinden lassen. Beide vorstehende Axenenden sind mit Handgriffen zum Aufholen der Sonde versehen. Auf einer Seite gestattet ein Sperrrad plötzliche Hemmung der Bewegung; auf der andern Seite nimmt eine Hohlkehle ein Bremsband auf, dessen doppelter Zweck es ist, den Ablauf des Drahtes zu reguliren und automatisch das Ende des Sondenweges zu melden. Der von der Trommel abrollende Draht passirt zunächst eine höher gelegene Rolle und ist dann über eine tiefer gelegene geführt, welche zur Hälfte in einen mit Fett oder andern die Oxydation verhindernden Materialien gefüllten Trog eintaucht. Diese Rolle ist in einem Hebel gelagert, welcher auf das Bremsband in der Weise einwirkt, dass er den Moment, in dem die Sonde den Boden berührt, genau angiebt. Sodann steigt der Draht

senkrecht auf zur Hohlkehle eines Messrades, um welches er einmal herumgeführt ist, ehe er zwischen zwei mit dickem Filz bezogenen Rollen, die zu seiner Trocknung dienen, hindurchgeht und von denen aus er in einem rechten Winkel um eine am Ende des Auslegers befestigte Rolle in das Wasser geführt wird. Dieser Ausleger ist um seine Befestigungsstelle um 180° drehbar, kann also nach Bedarf hin und her geschwenkt werden, ohne den Gang des Apparates anzuhalten; auch kann derselbe soweit hereingeschwenkt werden, dass man die Sonden oder andere Prüfungsmittel am Draht befestigen kann, ohne sich über Bord beugen zu müssen. Die Rollen sind aus Bronze, ihre Axen aus Stahl. Die Messrolle wirkt mit Schraube ohne Ende auf ein mit Zifferblatt versehenes Zählwerk. Verf. weist auf die vielseitige Verwendbarkeit und auf die Vorzüge des Apparates vor dem Lothen mit der Leine hin. Namentlich bietet die Verwendung des Stahldrahtes, abgesehen von den Vorzügen des Materials, selbst den Vortheil, dass wegen seines geringen Durchmessers die Lothung nahezu unabhängig von Strömungen wird.

Pensky.

Einfache absolute Elektrometer für Vorlesungszwecke.

Von Prof. F. Braun. *Zeitschrift für den phys. u. chem. Unterr.* **5.** *S. 61.* (*1891*).

Schon vor mehreren Jahren hat Herr Prof. Braun (*Wied. Ann. 31. S. 856. 1887*) Elektrometer konstruirt, die er in den Vorträgen über statische Elektrizität verwendet, und die gestatten, die Potentiale direkt in *Volts* abzulesen. Da die bequemen und billigen Instrumente wenig bekannt geworden sind, so macht er von neuem auf sie aufmerksam. Fig. 1 und 2 stellen zwei Formen des Elektrometers dar. Der Aluminiumstreifen *A*, der sich mit möglichst geringer Reibung um eine waagerechte Axe dreht, wird von dem auf das gleiche Potential geladenen Metallstreifen *B* abgestossen. Das Ganze ist von der äusseren Hülle gut isolirt; diese besteht bis auf geringfügige Theile ganz aus Metall. Die vordere und hintere Metallwand können jedoch weggezogen und durch beigegebene Glasplatten ersetzt werden. Der Knopf des Instruments wird mit dem einen und die Hülle mit dem anderen der beiden Punkte, deren Potentialdifferenz gemessen werden soll, verbunden. Die Instrumente sind in *Volt* geaicht; das Potential wird in diesem Maasse an der Skale direkt abgelesen. Dem Herrn Universitätsmechaniker Albrecht zu Tübingen ist es gelungen, die Instrumente so herzustellen, dass sie etwa halb so empfindlich als Goldblattelektroskope sind. Besonders zu empfehlen ist die in Fig. 2 dargestellte Form (Schaufelelektrometer).

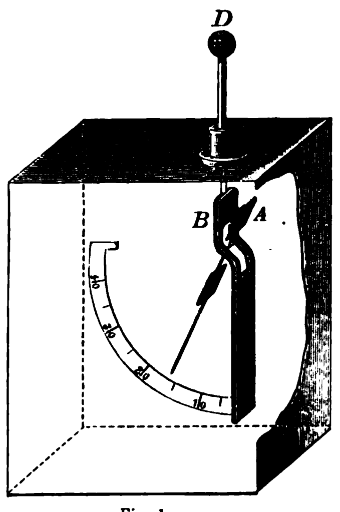


Fig. 1.

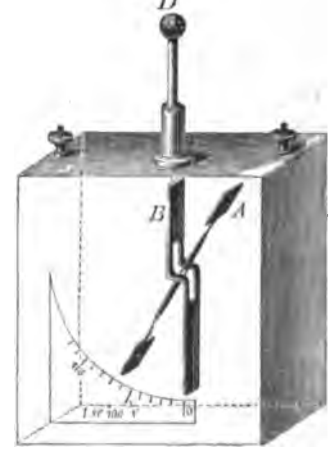


Fig. 2.

Fig. 3.

Die Elektrometer lassen sich natürlich leicht auch als Entladungselektroskope verwenden. Man setzt zu dem Ende einen gebogenen Metallstreifen Fig. 3 in das Innere. Sobald das Elektrometer einen gewissen Ausschlag erreicht, d. h. eine gewisse Elektrizitätsmenge aufgenommen hat, giebt es diese an den Metallhaken und damit an die Erde ab; es dient so als Elektrizitätszähler.

Die Instrumente werden in einfacher, aber guter Ausführung von Herrn Universitätsmechaniker Albrecht in Tübingen geliefert; im Wesentlichen in drei Aichungen von etwa 0 bis 1500, 0 bis 4000 und 0 bis 10000 *Volt.* Die ersteren bieten einen Ersatz für Goldblattelektroskope. Der Preis eines geaichten Instruments ist 30 Mark, ungeaicht (bezw. nur mit ein oder zwei Aichstrichen versehen) 20 Mark. *H. H.-M.*

Ueber die Konstruktion von Platinthermometern.

Von H. L. Callendar. *Phil. Mag. V.* ***32.*** *S. 104. 1891.*

Der Verfasser beschäftigt sich schon eine längere Reihe von Jahren mit der Untersuchung von Thermometern, die auf der Veränderung des elektrischen Widerstandes von Platin mit der Temperatur beruhen, und ist dabei nach seinen Angaben zu sehr günstigen Resultaten gelangt. Der Gedanke, auf dieses Prinzip Thermometer, namentlich für höhere Temperaturen, also Pyrometer, zu basiren, ist bekanntlich keineswegs neu; indessen scheinen die bisher konstruirten Apparate nicht frei von zeitlichen Aenderungen gewesen zu sein.

Zur Vermeidung dieser Störungen ist es wesentlich, Draht aus reinem Platin zu verwenden und denselben vor Deformation und chemischen Einflüssen zu schützen. Sind diese beiden Bedingungen erfüllt und bringt man den Draht durch Ausglühen in einen weichen Zustand, so soll nach den Angaben von Callendar der Widerstand bei der gleichen Temperatur stets der gleiche sein.

Es empfiehlt sich, den Thermometerdraht in eine Röhre einzuschliessen, die ähnliche Dimensionen wie ein gewöhnliches Thermometer besitzt. Handelt es sich um Temperaturen von höchstens 700°, so kann das Gefäss aus hartem Glas bestehen; als Material für die Zuleitungen zu der Platinspirale mag Kupfer oder Silber dienen. Für Temperaturen von 700° bis 1000° lässt sich als Thermometergefäss eine schmiedeeiserne Röhre verwenden, am besten ist indessen für hohe Temperaturen eine Hülle aus glasirtem Porzellan oder aus Kieselerde. Ueber 700° sind Kupfer und Silber zu flüchtig, um als Material für die Zuleitungen in Betracht zu kommen. Die entstehenden Metalldämpfe würden den Widerstand des Platins stark beeinflussen. Als Isolirmittel ist Glimmer allen anderen Stoffen vorzuziehen; Thon greift das Platin bei diesen hohen Temperaturen an. Der Draht wird bifilar auf eine dünne Glimmerscheibe aufgewunden, und die Zuleitungen werden durch Glimmerpfropfen, welche gut in die Röhre passen, isolirt hindurchgeführt.

Zur Widerstandsmessung dient die Methode der Wheatstone'schen Brücke in der Weise, dass die Einstellung eines Gleitdrahtes direkt die Temperatur abzulesen gestattet. Der Einfluss der Zuleitungen zur Platinspirale wird dadurch in sinnreicher Weise eliminirt, dass zwei Paare genau einander gleicher Drähte in das Innere des Thermometergefässes führen; der Widerstand des einen Paares, dessen Enden mit der Platinspirale verbunden sind, kommt zu dem zu messenden Widerstand hinzu, während sich der Widerstand des zweiten Paares zu dem Vergleichswiderstand addirt. Es ist sonach gleichgiltig, welche Temperatur die einzelnen Theile der Zuleitungen haben; d. h. diejenige Korrektion, die bei Quecksilberthermometern durch den herausragenden Faden bedingt wird, fällt hier fort.

Zur Reduktion der von dem Platinthermometer angegebenen Temperatur auf das Gasthermometer wird eine quadratische Formel mitgetheilt. Der Messbereich des Instrumentes liegt zwischen dem absoluten Nullpunkt und etwa 1500° C. Selbst in dem Bereiche von 200 bis 450°, in welchem noch Quecksilberthermometer Verwendung finden können, zieht Callendar sein Thermometer vor, da es grössere Konstanz besitze, keine Depressionserscheinungen zeige und keine Fadenkorrektion anzubringen sei. Immerhin ist der Gebrauch eines auf elektrische Messungen gegründeten Instrumentes für dieses Intervall weit umständlicher als der eines gewöhnlichen Thermometers.

Der Verfasser hat in Gemeinschaft mit Griffiths (*The Chemical News.* ***63.*** *S. 1. 1891*) die Temperatur von gesättigtem Schwefeldampf bei dem Druck einer Atmosphäre mit dem Luftthermometer zu 444,53° C bestimmt. Hierdurch ist ein Mittel an die Hand

gegeben, die Platinthermometer für höhere Temperaturen an das Luftthermometer anzuschliessen. Mit Hilfe derart geaichter Platinthermometer finden die Verfasser mit verschiedenen Instrumenten sehr gut übereinstimmende Werthe für die in der folgenden Tafel angegebenen Erstarrungstemperaturen von einigen Metallen:

Zinn	231,7°
Wismuth	269,2°
Cadmium	320,7°
Blei	327,7°
Zink	417,6°.

Lck.

Neu erschienene Bücher.

Technik der Experimentalchemie. Anleitung zur Ausführung chemischer Experimente für Lehrer und Studirende sowie zum Selbstunterricht. Von Dr. R. Arendt. Zweite umgearbeitete Auflage. Leopold Voss, Hamburg und Leipzig 1892.

Das vorliegende Werk bringt nichts wesentlich Neues, sondern ist eine sehr umfassende und erschöpfende Darstellung alles dessen, was der experimentirende Chemiker, zumal derjenige, welcher Vorlesungsversuche anstellen will, für die Ausführung derselben nöthig hat. Der erste, der allgemeine Theil des Buches enthält zunächst eine Beschreibung der Anlage eines Hörsaales mit Experimentirtisch und Abzug; alsdann folgen ausführliche Anleitungen zur Ausführung von Destillation, Filtration, Glüh-, Abdampf-, Trockenoperationen aller Art, von einfachen Glasbläserarbeiten und allen den Handgriffen und Methoden, welche der Chemiker zu erlernen hat, um die Experimentirkunst zu üben. Dabei wird eine grosse Zahl der für die verschiedensten Zwecke vorgeschlagenen Apparate, soweit sich solche bewährt haben, mehr oder weniger ausführlich besprochen. Im zweiten, dem speziellen Theile werden die einzelnen, zumeist Demonstrationszwecken dienenden Versuche behandelt; dieselben beziehen sich ausschliesslich auf anorganische Chemie. Daneben finden sich auch gelegentlich Anleitungen zur Herstellung von Präparaten. Anhangsweise ist dem Werk eine Uebersicht beigegeben, aus welcher man sich einen Kostenanschlag für Einrichtungen zum chemischen Experimentiren zusammenstellen kann. Nicht nur dem Lehrer und dem Studirenden, sondern auch jedem, welcher gelegentlich chemisch arbeiten muss, ohne die dazu nöthigen Erfahrungen zu besitzen, kann das vorliegende Buch angelegentlich empfohlen werden. Der Verfasser hat sich bemüht, sein Werk auf die Höhe der Zeit zu bringen; er giebt zudem für die einzelnen Verfahren genaue Anleitungen, wie sie auf langjähriger, gründlicher Erfahrung beruhen, und wie sie zum Erfolge führen müssen, unterlässt aber nicht, auf leicht zu begehende Fehler und etwaige Gefahren hinzuweisen und zu zeigen, wie solche vermieden werden können. Dem Zweck des Buches entspricht sehr die grosse Anzahl von in den Text gesetzten Abbildungen, nahezu 800 an Zahl. Auf Grund seiner vielfachen Vorzüge kann dem Werke guter Erfolg gewünscht werden. *F.*

Vereins- und Personennachrichten.

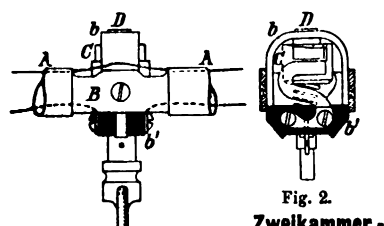
Verein Berliner Mechaniker.

Der Jahresbericht des Vereins Berliner Mechaniker lässt erkennen, dass der Verein trotz mancher ungünstiger äusserer Umstände in seiner Mitgliederzahl nicht zurückgegangen ist. Im Berichtsjahre wurden die Mitglieder durch 10 Vorträge, theils wissenschaftlichen, theils technischen Inhalts erfreut; 6 industrielle Anlagen wurden gemeinsam besichtigt. Der Vermehrung der Vereinsbücherei widmet der Vorstand fortgesetzt sein Interesse. Es ist zu hoffen und zu wünschen, dass das ernste, lediglich auf die weitere Fachausbildung seiner Mitglieder gerichtete Bestreben des Vereins demselben in der Zukunft immer mehr Freunde aus den Kreisen der Mechanikergehilfen zuführen wird.

Patentschau.

Ertheilte Patente.

Elektrische Ausschaltevorrichtung. Von S. Bergmann in New-York. Vom 27. Januar 1891. Nr. 60861. Kl. 21.

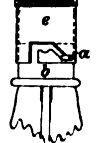

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Die in dem Rahmen *B* befestigte Ausschaltevorrichtung kann vermittels eines röhrenförmigen Gestelles *b b'* leicht in einen Glühlampenarm *A* eingefügt werden. Die Ausschaltung geschieht durch die Bewegung eines Drehstiftes *D*, auf welchem ein Ausschaltungsrädchen *C* (Fig. 3) sich befindet.

Zweikammer-Trockenelement. Von C. Vogt in Posen. Vom 23. Juni 1891. Nr. 60868. Kl. 21.

Bei diesem Trockenelement ist über dem für die Elektroden *k* und *z* bestimmten Raum eine von diesem durch eine durchlöcherte Zwischenwand getrennte Abtheilung *p* angeordnet. Diese enthält wässerige Phosphorsäure, welche die in dem unteren Raume entstehenden Ammoniakdämpfe bindet.

Ein- und Ausschaltevorrichtung für Glühlampen. Von C. Charnock in Karlowa, Russland. Vom 3. Juli 1891. Nr. 60923. Kl. 21.



Die Ein- und Ausschaltevorrichtung für Glühlampen wird in der Weise bethätigt, dass der am Glockenhals *b* befestigte Stift *a* in eine von zwei in verschiedenen Höhenlagen befindlichen Rasten des Bajonnetverschlusses gedreht wird. Hierdurch werden die Löthungen der Drähte im Glockenhals mit den Polfedern, welche sich im Halter *e* befinden, in und ausser Berührung gebracht.

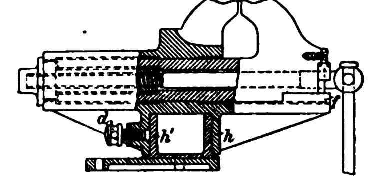
Vorrichtung zur Verhinderung des Lockerns von Glühlampen. Von G. Schwarzlose in Breslau. Vom 3. Juli 1891. Nr. 60924. Kl. 21.

Diese Vorrichtung besteht in einem im oberen Theil *D* der Fassung angebrachten Stift *b*. Dieser Stift wird durch eine Feder *c* stets nach unten gedrückt, und sein unteres Ende passt in ein Loch *e*, welches sich in der Scheibe auf dem Boden *E* befindet. Vermittels eines durch einen Schlüssel verstellbaren Stiftes *a* wird der Stift *b* entweder aus dem Loch *e* gehoben, oder in dasselbe eingesenkt. Im letzteren Falle ist dann ein Lockern der Glühlampe nicht möglich.

Abänderung an dem durch Patent Nr. 40119 geschützten Mikrophon. Von Siemens & Halske in Berlin. Vom 17. April 1891. Nr. 60959. Kl. 21.

An dem durch das Hauptpatent geschützten Mikrophon ist die Aenderung getroffen, dass die Seitenflächen des Kohlenkegels nicht mehr fest, sondern in einem Lagerstück gelagert werden, welches in einer biegsamen, am Rande befestigten Scheibe *s* befindlich ist. Gegen das Lagerstück wirkt mit regelbarem Druck die Feder *f*.

Verstellbarer Parallelschraubstock. Von Firma Berliner Gussstahlfabrik und Eisengiesserei Hugo Hartung, Aktiengesellschaft in Berlin. Vom 8. April 1891. Nr. 60682. Kl. 49.



An Parallelschraubstöcken ist der Führungszylinder *h'* an dem Untergestell des Schraubstockes in Verbindung mit einem auf demselben sich führenden und gegen denselben sowohl verdrehbaren wie hochschiebbaren zweiten Zylinder *h* an der einen Schraubstockbacke angebracht. Der Zylinder ist mit radial gerichteten Pressschrauben *d* ausgerüstet und kann sowohl in jeder Winkelstellung, als auch in jeder Höhenlage gegen den Zylinder *h'* festgeklemmt werden.

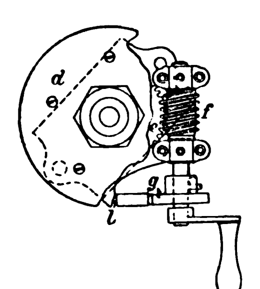
Verfahren zur Herstellung von Glimmerplatten für photographische Zwecke. Von O. Moh in Görlitz. Vom 17. Juli 1890. Nr. 61236. Kl. 57.

Um ein festes Anhaften der lichtempfindlichen Schicht (Bromsilbergelatine o. a.) auf den Glimmerplatten zu erzielen, werden dieselben vor dem Auftragen der Schicht längere Zeit der Einwirkung einer Lösung von Chromalaun mit einem Zusatz von Gelatine ausgesetzt.

Einfüssiges Stockstativ für photographische Apparate. Von L. Meyer in Berlin. Vom 21. Februar 1891. Nr. 60765. Kl. 57.

Das Stativ besteht aus einem Stock, der aus zwei ineinanderschiebbaren Röhren zusammengesetzt ist. Der obere Theil des inneren Rohres ist gespalten und kann durch ein Spreizstück auseinander gehalten werden. Durch Anlehnen dieses Theiles gegen einen feststehenden Körper (Baum u. s. w.) wird das Stativ gebildet. An dem Spreizstück ist eine Platte zur Aufstellung der Kamera angebracht.

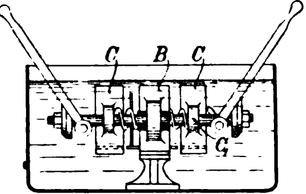
Die Konstruktion dürfte kaum einen anderen Vortheil als den der Billigkeit haben.



Theilvorrichtung für Fräsemaschinen. Von A. Gorrmann in Dresden. Vom 15. April 1891. Nr. 60223. Kl. 49.

Diese auf den Tisch einer Fräsemaschine fest aufschraubbare Theilvorrichtung zur Bearbeitung vielkantiger Gegenstände bezw. von Zahnrädern besitzt ein Schneckengetriebe *e f* und eine auf der Axe der Schneckenwelle der letzteren angebrachte auswechselbare Scheibe *g*. Diese trägt auf ihrem Umfange einen oder mehrere Einschnitte, so dass ein in die Einschnitte einfallender Arretirstift *l* ein Vorwärts- oder Rückwärtsdrehen der Scheibe *g* zulässt, und jede beliebige, bestimmt bemessbare Theildrehung des Aufspanntisches *d* möglich ist.

Verfahren und Vorrichtung zum Härten ebener oder plattenförmiger Körper, wie Sägeblätter, Maschinenmesser und dergl. Von Wüster & Co. in Wien. Vom 29. Mai 1891. Nr. 60964. Kl. 49.

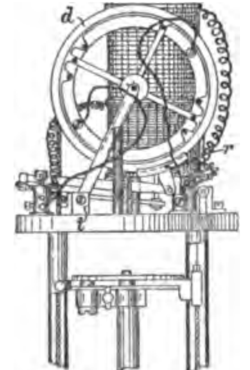


Um ein Verziehen der zu härtenden Körper durch Eintauchen derselben in die Härteflüssigkeit zu vermeiden, werden die Körper, während sie in der Flüssigkeit erkalten, der pressenden Wirkung von ebenen Flächen ausgesetzt. Die hierzu bestimmte Vorrichtung besitzt hohle Pressbacken *B C*, welche mit ebenen Seitenflächen versehen sind, zwischen welchen die zu härtenden Gegenstände, nachdem sie in die Kühlflüssigkeit eingetaucht worden sind, gepresst werden, wobei während des Pressens durch die Pressbacken Kühlwasser geleitet wird.

Verfahren zum Schärfen von Feilen. Von J. Erlenwein in Edenkoben. Vom 23. Juni 1891. Nr. 60966. Kl. 49.

Das Verfahren zum Schärfen von Feilen besteht darin, dass man die Feile *e* unter Zugabe von Sand oder dergleichen der Einwirkung einer in schnelle Drehung gebrachten zylindrischen Bürste aussetzt, deren Büschel *c* eine dem Feilenhieb entsprechende schräge Stellung besitzen.

Der Erfolg dieser Behandlung dürfte doch wohl fragwürdig sein!



Elektrische Bogenlampe. Von Fr. Cl. Jenkins in Hamburg. Vom 5. April 1891. Nr. 61094. Kl. 21.

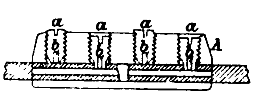
Bei dieser elektrischen Bogenlampe wird die Regelung des Lichtbogens durch einen vom Strom bewegten Bremsschuh *r* bewirkt. Derselbe wirkt auf das Bremsrad, welches mit dem Schnurrad *d* fest verbunden ist. Beim Abbrand der Kohlen giebt der Bremsschuh *r* die Bremsscheibe *d* frei, und die Kohlen nähern sich in Folge des Uebergewichts des oberen Kohlenhalters. Im entgegengesetzten Falle wird das Bremsrad, welches um den Punkt *t* schwingt, durch den Bremsschuh nach oben gedrückt, und dadurch werden die Kohlen von einander entfernt.

Zusammenlegbare photographische Kamera. Von W. Langenbruch in Berlin. Vom 11. Januar 1891. Nr. 60195. Kl. 57.

Die Zusammenlegbarkeit der Kamera wird dadurch ermöglicht, dass die Hinterwand und das Objektivbrett mit einer starren Seitenwand durch Scharniere verbunden sind, die drei übrigen Seiten jedoch aus lichtdichtem Tuch gebildet werden.

Die Kassette für diese Kamera ist mit einem Doppelschieber versehen, bei dessen Einschieben die hinterste der lichtempfindlichen Platten von der hinteren Schieberplatte in einen Wechselsack übergeführt wird, während die vordere Schieberplatte die vordere lichtempfindliche Platte von dem Kameraraum abschliesst.

Vorrichtung zur Verbindung isolirter elektrischer Leitungsdrähte. Von M. Seehof in Kassel. Vom 31. Juli 1891. Nr. 61078. Kl. 21.



Die von der Isolation nicht befreiten Enden der zu verbindenden Drähte werden in die Bohrungen der metallenen Hülse *A*, welche sie ganz ausfüllen, eingeführt. Alsdann werden die mit der Vertiefung *b* versehenen Schrauben *a*, deren Spitzen so ausgeführt sind, dass sie die Isolation durchschneiden, festgezogen, so dass die Spitzen der Schrauben in leitende Berührung mit dem Draht kommen.

Elektrischer Sammler. Von G. A. Washburn in Cleveland, V. St. A. Vom 6. Mai 1891. Nr. 60844. Kl. 21.

Bei diesem Sammler wird das Zerspringen des durchlässigen Gefässes *D* dadurch vermieden, dass ein flaches Rohr *F* zwischen den positiven Elektroden *e* angeordnet und mechanisch mit diesen verbunden ist, sodass es bei Ausdehnung der Elektroden zusammengedrückt wird.

Trockenelement. Von der Chemnitzer Haustelegraphen-, Telephon- und Blitzableiter-Bauanstalt A. A. Thranitz in Chemnitz. Vom 11. Juni 1891. Nr. 60848. Kl. 21.

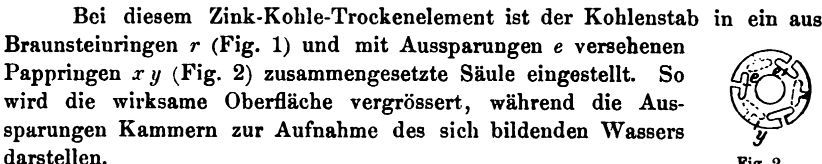


Fig. 1.

Bei diesem Zink-Kohle-Trockenelement ist der Kohlenstab in ein aus Braunsteinringen *r* (Fig. 1) und mit Aussparungen *e* versehenen Pappringen *x y* (Fig. 2) zusammengesetzte Säule eingestellt. So wird die wirksame Oberfläche vergrössert, während die Aussparungen Kammern zur Aufnahme des sich bildenden Wassers darstellen.

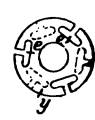


Fig. 2.

Verschlossenes galvanisches Element zur Erzeugung gleichbleibender elektrischer Ströme. Von W. Wensky in Berlin. Vom 25. November 1890. Nr. 60860. Kl. 21.

Das Element besteht aus den beiden becherförmigen Behältern *B* und *G*, von denen der eine zur Aufnahme des Depolarisationsmittels, der andere unter Unterlegung einer durchlochten Zinkplatte *A* als Reserveraum für die sich ausdehnende Flüssigkeit dient. Ein Metallstaubfilter *F* verhindert im Verein mit mehreren Filz- und Shirtingscheiben *E E D* das Absetzen des positiven Metalles an der Anode.

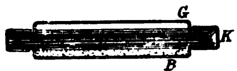


Fig. 1.

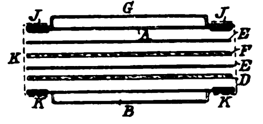
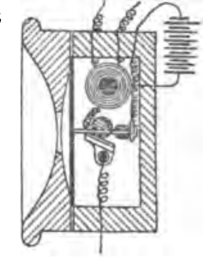


Fig. 2.

Von den beistehenden Figuren zeigt Fig. 1 das Element in zusammengesetztem, Fig. 2 in auseinander genommenem Zustande. *K* und *J* sind Gummiringe, die zum Abschluss dienen.

Mikrophongeber. Von S. L. Wiegand in Philadelphia. Vom 17. September 1890. Nr. 60996 .Kl. 21.

Der Mikrophongeber hat eine freie Elektrode, welche durch Lagerung auf einer geneigten Ebene oder durch Federkraft sich gegen eine zweite mit der Schallplatte verbundene Elektrode lehnt, in der Weise, dass beim Vorwärtsgang der Schallplatte die Elektrode derselben sich von der freien Elektrode entfernt.

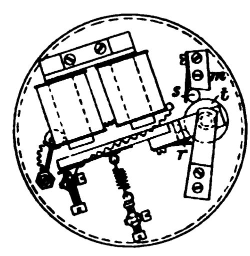


Messvorrichtung zur Bestimmung des Augenbrechzustandes mit der Schattenprobe ohne Rechnung. Von A. Roth in Berlin. Vom 24. März 1891. Nr. 60658. Kl. 42.

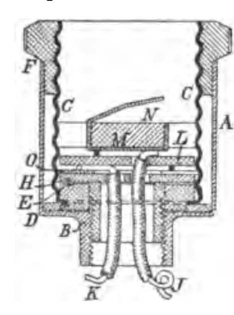
Bei der Bestimmung des Augenbrechzustandes mit der Schattenprobe (Skiaskopie) wird die unmittelbare Ablesung des Brechzustandes, ohne vorherige Rechnung, durch ein Messband ermöglicht, das in verschiedenfarbige Längsstreifen abgetheilt ist, von denen jeder ein besonderes Messband für je eine bestimmte Linse darstellt. Diese Linsen sind in einem drehbaren Stern am Ende des Messbandes befestigt und besitzen Fassungen, die dieselben Farben haben wie die zugehörigen Messbandstreifen.

Die Messvorrichtung wird in folgender Weise benutzt. Man stellt eines der Gläser vor das zu untersuchende Auge und sucht einen Schattenwechselpunkt zu finden. Ergiebt sich kein solcher, so versucht man es mit einem andern Glas. Ist ein Schattenwechselpunkt gefunden, so wird das Messband festgestellt und man liest auf demjenigen Messband-Längsstreifen, welcher die Farbe der benutzten Linse trägt, das Ergebniss ab.

Reibungskuppelung für elektrische Bogenlampen. Von Jos. Jergle in Wien. Vom 21. Januar 1891. Nr. 60785. Kl. 21.



Bei dieser Reibungskuppelung für elektrische Bogenlampen wird die Bewegung des Ankers eines mit Selbstunterbrechung arbeitenden Elektromagneten auf den Vorschubmechanismus der Kohlen übertragen. Dies geschieht dadurch, dass sich zwischen eine mit dem Vorschubmechanismus verbundene Scheibe *t* und den Elektromagnetanker ein unter Federdruck stehender Reibungskörper *r* legt, welcher die Scheibe *t* beim Rückgang des Ankers mitnimmt. Die Rückdrehung der Scheibe *t* wird durch einen gleichfalls unter Federdruck stehenden Reibungskörper *s*, welcher sich gegen den festen Ansatz *m* legt, verhindert.



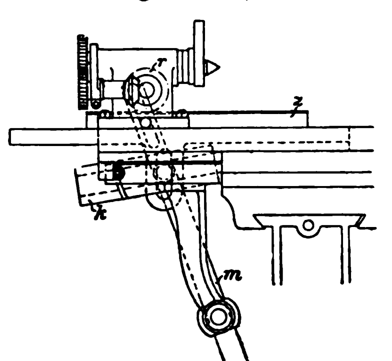
Glühlampenhalter. Von Ad. Uhlmann in Paris. Vom 6. August 1891. Nr. 60804. Kl. 21.

Dieser Glühlampenhalter mit Edison-Gewinde besteht aus einer mit Gewinde versehenen Metallhülse *C*, welche mittels einer hohlen Schraube *B* am Boden einer Umhüllung *A* festgeklemmt ist. Die Metallhülse ist durch vier Scheiben *D E H F* von der Umhüllung *A* isolirt.

Der Zuleitungsdraht *K* ist mit seinem blanken Ende zwischen die Isolirscheibe *L* und die Metallscheibe *O*, welche mit der Metallhülse *C* in leitender Verbindung steht, geklemmt. Das blanke Ende der Zuleitung *J* ist durch die Isolirscheiben *N* und *L* festgehalten und steht mit dem Metallstück *M*, welches nach oben umgebogen ist, in leitender Verbindung.

Vorrichtung an photographischer Kamera zum Wechseln der Platten. Von L. Schaye in Dresden. Vom 7. Juli 1891. Nr. 60776. Kl. 57.

Die von den Federn *l* getragene letzte Platte gelangt beim Einführen einer Platte durch den Schlitz *f* aus dem Bereich der Federn *b* über die Oeffnung *e* und fällt durch diese in den unter der Kamera angebrachten Beutel *g*. Aus letzterem wird sie mit der Hand durch den Schlitz *f* zwischen die Federn *h* und die vordere Platte und dann zwischen diese und die schrägen Leisten *i* eingeschoben, bis sie mit ihrer unteren Kante auf dem Kameraboden steht, gegen den sie von der Feder *k* angedrückt wird. Während des Einschiebens wird die jetzt letzte Platte von der Feder *l* frei und fällt in den Beutel *g*.



Fräsevorrichtung zur Herstellung von Spiralbohrern mit zunehmender Steigung der Bohrnuten. Von der Nähmaschinen-Fabrik vorm. Frister & Rossmann, Aktiengesellschaft in Berlin. Vom 22. Januar 1891. Nr. 60079. Kl. 49.

Bei dieser Vorrichtung wird die veränderliche Drehung des zu fräsenden Arbeitsstückes mittels eines Zahnstangentriebes *r z* zu einer Führungsschiene *m* und einer nach Belieben ein- oder feststellbaren Kulisse *k* erzielt.

Für die Werkstatt.

Einfache und doppelte oder entlastete Kanonenbohrer nach C. Reichel. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Zur Erzeugung von zylindrischen Löchern, die im Verhältniss zu ihrem Durchmesser eine sehr grosse Länge besitzen, sodass man sie in Folge der Schwäche der hierfür nothwendigen Ausdrehstähle und der Schwierigkeit, sie auszumessen, nicht korrekt ausdrehen kann, verwendet der Mechaniker vortheilhaft den sogenannten Kanonenbohrer. Dieser besteht bekanntlich aus einem ganz schwachen Konus (s. die Figuren 1 und 2), der seinen grössten Durchmesser an der vorderen schneidenden Kante *AB* hat und bis genau an seine Axe zur Hälfte eben abgefeilt ist. Die Verjüngung ist nothwendig, damit nur die Schneide beim Bohren arbeitet und am hinteren Theile kein Drängen eintreten kann, wodurch die von der Schneide schon bearbeitete Fläche

zerrissen würde; die genaue Lage der Fläche C in der Axe des Bohrers ist Bedingung, um das Einhaken des Werkzeuges in die Zylinderfläche zu vermeiden. Dieses Einhaken entsteht dadurch, dass der durch Ausdrehen mit dem Supportstahle auf ein kurzes Stück eingepasste Kanonenbohrer, der bei fortschreitender Arbeit in dieser Einpassung seine Führung findet, sich mit seiner Mantelfläche bei BD gegen die Wandung des erzeugten Loches stützt, hier eine starke Reibung und ein Drängen erfährt und, dadurch von seiner Bahn abgelenkt, mit der Schneidekante in die Wandung eindringt. Die Kraft, mit welcher sich der Bohrer gegen die Lochwandung stützt und damit die Reibung, nimmt, wie leicht ersichtlich, zu, sobald die Fläche C ausserhalb der Axe liegt, die Schneide also ungünstiger wirkt. Der schwache Konus, der etwa seinen doppelten Durchmesser zur Länge hat, besitzt ausserdem bei AD eine von Reichel angegebene, sich nach hinten erstreckende ebene oder hohle Fläche, welche zu der in A an den Halbkreis des Querschnittes gedachten Normalen einen Winkel von etwa 10°, den sogenannten Anstellungswinkel der Drehstähle, bildet. Diese Fläche ist vielfach an den Bohrern nicht vorhanden und dennoch unbedingt nothwendig, wenn man ein glattes Loch erzielen will, da erst durch sie der das Eindringen in das Material ermöglichende Keilwinkel geschaffen wird. Bleibt nämlich der Konus an dieser Stelle voll stehen, so pressen sich, falls der Bohrer überhaupt schneidet, bei der wenn auch geringen, aber unvermeidlichen Abnutzung der Schneidekante Spähne in die Lücke und werden durch Keilwirkung in die bearbeitete Fläche hineingedrängt.

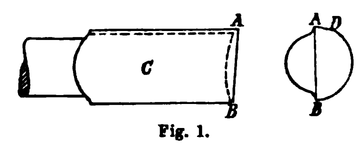


Fig. 1.

Wenn man auch mit dem nach allen Regeln der Kunst und Erfahrung hergestellten Kanonenbohrer bei vorsichtiger Handhabung glatte Löcher erzielt, so hat er doch noch einen Nachtheil, die starke einseitige Belastung seiner Axe, die das Drängen verursacht und ihn für ganz feine Arbeiten nicht geeignet erscheinen lässt. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, hat Reichel zwei einfache Kanonenbohrer in der Art kombinirt, wie es Fig 2 zeigt. Die Flächen AD und $A'D'$ haben dieselbe Neigung wie an dem einfachen Werkzeug; die Schneiden AB und $A'B'$ liegen in der Axe; die Form lässt sich wohl durch Feilen, leichter und korrekter jedoch mit der in den meisten Werkstätten gebräuchlichen Fräsevorrichtung auf der Drehbank erzeugen. Bei dieser Anordnung werden die Punkte A und A', vorausgesetzt dass ihre Verbindungslinie genau in der Umdrehungsaxe des Werkzeuges liegt, gleichmässig und die Axe nicht auf Durchbiegung, wie beim einfachen Kanonenbohrer, sondern höchstens auf Torsion beansprucht. Dadurch ist jede schädliche Einwirkung auf die schon erzeugte Bohrung vermieden. Indessen muss man auch in anderer Hinsicht dieses Werkzeug mit aller Vorsicht anwenden, um nicht zu Fehlern zu gelangen, die man gar zu gern auf die Konstruktion des Bohrers zu schieben geneigt ist, während sie in der falschen Handhabung begründet sind. Um nämlich ein vollkommen zylindrisches Loch zu erzielen, ist es unumgänglich nothwendig, dass die Axen der Arbeitsspindel, des Kanonenbohrers und der die axiale Feststellung besorgenden Pinole in einer geraden Linie liegen, was durch Ausrichtung der letzteren leicht erreicht werden kann. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so wird man stets konische Löcher erhalten.

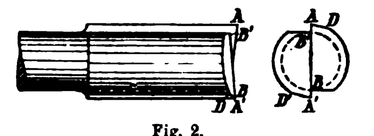


Fig. 2.

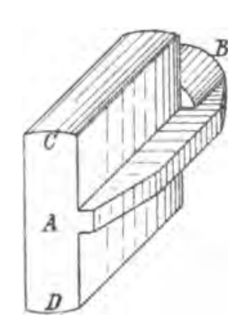
Wie schon der einfache Kanonenbohrer nur zum Nachbohren eines bereits mit gewöhnlichem Dach- oder amerikanischem Bohrer vorgearbeiteten Loches Anwendung finden kann, so ebenfalls der entlastete. Man wird mit dem letzteren zweckmässig nur Spähne bis zu einem halben Millimeter fortnehmen und ihn überhaupt nur da anwenden, wo es sich um ganz feine Arbeiten handelt. So hat er sich bei der Herstellung von Mikroskopröhren aus vollem sogenanntem „Maschinenstahl" gut bewährt; eine Nacharbeit etwa durch Schleifen war durchaus unnöthig.

Reichel's Zylinderfutter und Zylinderwinkel. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Wenn es sich darum handelt, zwei Flächen eben und zu einander rechtwinklig herzustellen, und hohe Anforderungen an die korrekte Form der Ebenen und Genauigkeit des rechten Winkels gestellt werden, wird man die Arbeit nicht mehr durch Feilen bewerkstelligen. Wenn auch besonders ältere Mechaniker mit grosser Korrektheit feilen können, so ist doch das Feilen an sich eine empirische und von vielen Zufälligkeiten (Güte der Feilen, Stabilität des Schraubstockes u. s. w.) abhängige Arbeit und man wird genöthigt sein, gegebenen Falles andere unbedingt und schneller zum Ziele führende Arbeitsmethoden einzuschlagen. Solche sind das Hobeln, das Fräsen und im Besonderen diejenige Art des Fräsens, die man in der Werkstattsprache „Abschlagen mit einem Zahn" nennt. Zu den beiden ersten Arten gehören

besondere Hobel- und Fräsemaschinen, zu der letzteren ein Höhensupport, Vorrichtungen, die in vielen kleineren Werkstätten nicht vorhanden sind, und, was besonders die einfachen Höhensupports, die auf den Kreuzschlitten des gewöhnlichen Supports gesetzt werden, anbetrifft, sich nicht gut rentiren, da sie eine nur wenig ausgedehnte Verwendung zulassen.

An Stelle dieser Einrichtungen verwendet Herr C. Reichel seit langen Jahren für kleinere Arbeiten ein sogenanntes Zylinderfutter, mit welchem die erwähnten Arbeiten durch Anwendung der gewöhnlichen Schneidewerkzeuge auf der Drehbank bewerkstelligt werden. Dies ist ein unvermittelt auf das Spindelgewinde der Drehbank zu schraubendes Futter aus dichtem Gusseisen von nebenstehender Form, dessen Länge *A B* vom Gewindeansatz gerechnet 16 *cm* und dessen Durchmesser *C D* 10 *cm* beträgt. Stirn- und Zylinderflächen sind möglichst korrekt gedreht; parallel zur Umdrehungsaxe sind, 180° einander gegenüber, ebene Flächen angefräst oder angehobelt, die eine Anzahl Schraubenlöcher verschiedener Grösse enthalten, um das Anklemmen der zu bearbeitenden Stücke mittels Ueberwurf und Klemmschraube zu ermöglichen. Die Schraubenlöcher dürfen nicht zu zahlreich vorhanden sein, da sie sonst die Festigkeit verringern, und können zweckmässig symmetrisch angeordnet werden. In den meisten Fällen reicht schon eine der Axe parallele Fläche für vielseitige Verwendung aus, sodass man die Festigkeit des Futters, von der ja die Korrektheit der Arbeit in erster Linie abhängig ist, noch durch Verrippung um ein Bedeutendes erhöhen kann, wie in der Figur angedeutet ist.



Mit diesem Futter können einfache Stirnflächen, unter einander parallele Stirnflächen, Zylindersegmente u. v. A. bequem, schnell und genau gedreht werden. Die Ausrichtung der Stücke geschieht zweckmässig mit der Aufsatz- oder rechtwinkligen Libelle nach dem Umlegeverfahren, (worüber ein späterer Aufsatz eingehende Mittheilung bringen wird,) oder durch Visiren nach den Drehbankswangen unter Zuhilfenahme eines guten Lineals oder Anschlagwinkels.

In ähnlicher Weise gebraucht Reichel, auf Anregung Steinheil's, den Zylinder als Winkel, da auf einer guten Drehbank die Zylinderform und die zur Zylinderaxe normal liegende Fläche sich mit leichter Mühe genau herstellen lassen. Zweckmässig werden zwei rechtwinklig zu einander und der Zylinderaxe parallel liegende ebene Flächen angefräst, so zwar, dass sie sich nicht in einer scharfen Kante schneiden, sondern ein kleines Stück Zylinderfläche stehen lassen, welche Gewähr für die Korrektheit des rechten Winkels bildet. Für Einhaltung bestimmter spitzer oder stumpfer Winkel, z. B. bei der Anfertigung von Schneidewerkzeugen richtiger Form, lassen sich dementsprechend Kegel verwenden, die man entweder allein oder in Verbindung mit einer Planplatte benutzen kann.

Interessant ist auch die in der Reichel'schen Werkstatt übliche Anwendung von Keil und Kegel zum Messen und Vergleichen, wozu man ihnen schwache Winkel giebt und ihre Verhältnisse, Länge und die Grösse der Basis ausmittelt, was leicht und genau zu erreichen ist. Man kann mit diesen Hilfsmitteln, z. B. mit dem Messkegel, genaue Passungen von konischen Axen ausführen, vielleicht eine neue Hülse zu einem vorhandenen, aber aus irgend welchen Gründen nicht zur direkten Verfügung stehenden Konus herstellen, indem man den Messkegel einmal in die weitere Oeffnung und dann in die engere steckt, beide Stellungen durch Markirung an ihm selbst anmerkt und die herzustellende Hülse so ausdreht, dass der Messkegel mit den entsprechenden Marken in die weitere bezw. engere Oeffnung passt. Bedingung für das vollkommene Passen einer auf diese Weise hergestellten Axe ist natürlich die Reinheit der konischen Form, welche dadurch erhalten wird, dass die Spindelaxe der Drehbank und die Fortbewegungsrichtung des Schneidewerkzeuges in einer Ebene liegen und die letztere geradlinig ist. Die Anbringung der Marken geschieht zweckmässig in der Weise, dass man die zur Berührung gelangenden Stellen des Messkegels fein mit Russ oder Pinkertsblau einreibt, durch Drehen in den Oeffnungen an der passenden Stelle die Schicht wegreibt und dadurch einen blanken Kreis erzeugt. Misst man die Entfernung der auf diese Weise erzeugten Marken zweier verschiedenen Oeffnungen, so kann man mit Leichtigkeit aus den Abmessungen des Kegels ihre Grössendifferenz und den Winkel des ihnen zugehörigen Konus bestimmen. Auf diese Art hat Herr Reichel selbst eine konische Axe zu einer vorhandenen Hülse gewissermaassen auf eine weite Entfernung passend gemacht.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. Direktor Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XII. Jahrgang. **Juli 1892.** Siebentes Heft.

Ueber einige neuere Waagenkonstruktionen der Firma J. Nemetz in Wien.

Von
B. Pensky in Halensee bei Berlin.

In Nachstehendem sollen einige neuere Hilfseinrichtungen an Waagen, wie sie von der Firma Josef Nemetz in Wien hergestellt werden, besprochen und deren Verwendbarkeit für Waagen zu chemischem und technischem Gebrauch, im Vergleich zu ähnlichen Einrichtungen anderer Konstrukteure, erörtert werden. Diese Neuerungen beziehen sich besonders auf die Einrichtungen zur Verschiebung der Reitergewichte, zur Auflegung von Zulagegewichten, zur Veränderung der Empfindlichkeit und zur Arretirung von Balken und Schalen.

1. Patent-Reiterverschiebung.

Die für die Verschiebung der Reitergewichte meist üblichen Einrichtungen bestehen in ihrer einfachsten Ausführung aus einem, eine Seitenwand des Umschlussgehäuses der Waage durchsetzenden, parallel zum Balken längs einer Führung verschiebbaren Stabe, durch dessen Drehung einem mit einem Fangstift ausgerüsteten Arme Winkelbewegungen ertheilt werden; mittels der letzteren setzt der Fangstift das von ihm erfasste Reitergewicht auf den getheilten Balken nieder, bezw. hebt es von ihm ab. Vielfach sind Abänderungen dieser Einrichtung dahin getroffen worden, dass die Bogenbewegung des Fangstiftes in eine geradlinig auf- und abgehende verwandelt wird, wozu meist eine der vielen Gelenkgeradführungen dient. Allen Einrichtungen dieser Art ist es gemeinsam, dass die Handhabung von der Seite her erfolgen muss. Dies ist in dreifacher Beziehung als ein Uebelstand anzusehen. Einmal ist die Handhabung unbequem, namentlich bei grösseren Waagen, bei denen der Beobachter oft seine Stellung wechseln muss. Zudem wird eine genaue Hinführung des Reiters bis zur gewünschten Stelle des Balkens besonders dann schwierig, wenn das geringste Ecken der meist sehr einfach hergestellten Führung eintritt. Sodann erfordern diese Einrichtungen einen freien Raum zur Seite der Waage, gestatten also nicht eine Ausnützung des Raumes, wie sie oft in beschränkten Lokalitäten erwünscht ist. Endlich bewirkt die häufige einseitige Annäherung der Hand durch Beeinflussung der Temperatur Störungen der Wägung, welche Ursache gröberer Fehler werden kann.

Diese Einwände sind bei der von Nemetz eingeführten Patent-Reiterverschiebung vermieden, indem dieselbe von der Vorderseite des Kastens her bethätigt wird. Die Einrichtung beruht auf der Anwendung einer zum Balken parallelen, von zwei prismatisch gehobelten Metallschienen SS (Fig. 1 a. f. S.) gebildeten Führung, welche in dem unteren Theil des Waagengehäuses angebracht ist. Zwischen den Schienen läuft mittels dreier Rollen ein Wagen W aus Metall,

welcher an einem nach hinten ragenden Fortsatze eine hohle Säule *A* trägt, die durch einen Schlitz in der Bodenfläche des Kastens hindurch ragt. Innerhalb der Säule *A* und mittels des Exzenters *E* auf und ab beweglich wird ein Stift *s* geführt, welcher nahe seinem oberen Ende einen durch einen Schlitz der Säulenwand nach vorn ragenden Arm *a* trägt. Dieser ist mit einem beiderseits hervortretenden Stift zum Greifen des Reitergewichtes versehen. Die Handhabung ist, wie leicht ersichtlich, äusserst bequem. Man führt den leicht und sicher verschiebbaren Schlitten mittels des nach vorn herausragenden Exzenterknopfes *K* ohne Drehung des letzteren so weit seitwärts, dass das Reitergewicht über derjenigen Stelle des Balkens sich befindet, an welche der Reiter gehängt werden soll, und senkt alsdann den Arm *a* durch Drehung des Exzenterknopfes *K*. Ein Ecken der Wagenführung ist bei solider Ausführung ganz ausgeschlossen und es darf die Einrichtung um so mehr recht zweckmässig genannt werden, als sie eine Manipulation vereinfacht, welche bei fast jeder chemischen und technischen Wägung mit Vortheil Anwendung finden kann.[1])

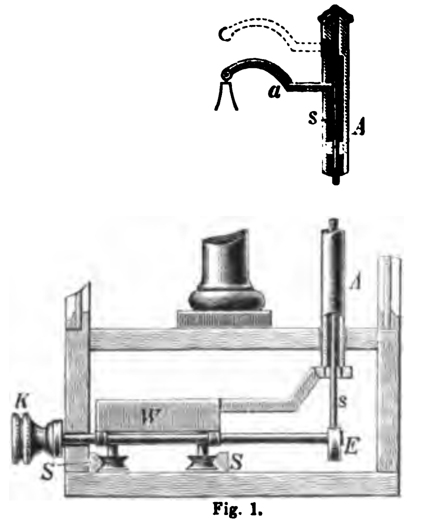


Fig. 1.

2. Einrichtungen zur Auflegung von Zulagegewichten.

Das Austariren der zu wägenden Körper bis zu der Grenze, innerhalb deren Reitergewichte und Skale zur Ermittlung der letzten Gewichtsunterschiede verwendet werden, geschah früher allgemein durch Auflegen der gewöhnlichen Gewichtssätzen entnommenen Gewichte mit einer Pinzette. Es ist dies ein ziemlich zeitraubendes Versuchsverfahren und bringt durch die häufige Einführung der Hand in den Waagekasten Störungen der Wägung mit sich. Ein Theil dieser letzteren Uebelstände wird vermieden bei Anwendung der in *dieser Zeitschrift 1887 S. 412* beschriebenen Arzberger'schen Pinzette, welche das Auflegen kleinerer Gewichte ohne Oeffnung des Waagekastens gestattet. Immerhin wird vor jeder Gewichtszulage von Hand eine Arretirung der Waage erforderlich. Die weitere Durchbildung solcher Einrichtungen, welche das Auflegen von Zulagegewichten mechanisch bewirken, wurde zum Bedürfniss, als die Anwendung von Waagen zur Wägung unter vollkommenem Luftabschluss eine erhöhte Bedeutung gewann und wir haben hier die bezüglichen Einrichtungen von Bunge,[2]) Stückrath[3]) und Kruspér[4]) für Vakuumwaagen zu erwähnen. Bei ihrer Verwendung kommt es darauf an, Steigerungen der Belastung von Milligramm zu Milligramm bewirken zu können. Rücksichten auf die Handhabung der dazu dienenden Organe aus der Entfernung und Raumverhältnisse machen es hier meist erforderlich, dieser Aufgabe

[1]) Vergl. hierüber: Schwirkus, *Ueber den Bau und Gebrauch wissenschaftlicher Waagen. Diese Zeitschrift 1887. S. 41.*

[2]) Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Londoner Ausstellung 1876.

[3]) Bericht über die wissenschaftl. Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung 1879.

[4]) *Diese Zeitschrift 1889. S. 85.* Die betreffende Waage ist ebenfalls von Jos. Nemetz in Wien ausgeführt worden.

mit einer möglichst geringen Zahl von Zulagegewichten zu genügen. Es sei hier auf die bezüglichen Erörterungen von Schwirkus (*diese Zeitschr. 1887 S. 83*) hingewiesen. Bei diesen feinsten Arbeiten kommt die aufgewendete Zeit nicht in Frage. Dagegen ist für chemischen und technischen Gebrauch möglichste Zeitersparniss eine wesentliche Bedingung. In dieser Beziehung leisten Einrichtungen sehr gute Dienste, welche die Ausgleichung durch Zulagen innerhalb der Unterabstufungen des Gramm systematisch in kurzer Zeit vorzunehmen gestatten. Zwar hat man auch Einrichtungen geschaffen, durch welche sämmtliche, auch die grösseren Gewichte ohne Oeffnung des Kastens aufgesetzt werden. Eine solche Einrichtung ist z. B. von Betting in Kassel hergestellt und in *dieser Zeitschrift 1889 S. 480* erwähnt worden.[1]) Bei ihr sind die Gewichte im Waagengehäuse übereinander angeordnet. Die Gewichtsschale wird durch ein Gehänge gebildet, an welchem für jedes Gewichtsstück eine besondere kleine Plattform in der nämlichen Höhe vorgesehen ist, in welcher das Gewicht seine Aufstellung findet, wenn es abgehoben und an seinen Ruheplatz gestellt wird. So bequem jedoch derartige Einrichtungen auch sein mögen, tragen sie zur Beschleunigung der Wägungsarbeit verhältnissmässig wenig bei, da die mit dem Aufsetzen der grösseren Gewichtsstücke verbundenen Stösse vor jeder neuen Aufsetzung ein vollkommenes Arretiren der Waage erforderlich machen. Dies ist bei feinsten Wägungen allerdings überhaupt nicht zu umgehen, auch wenn es sich nur um die Zulage von kleinen Gewichten handelt. Für chemische und technische Wägungen aber kann es beim Vorhandensein geeigneter Einrichtungen, die gröbere Stösse unter allen Umständen ausschliessen, wohl zulässig sein, der nicht arretirten Waage die kleineren Zulagegewichte zuzuführen.

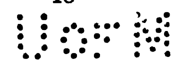
Die zum Auflegen von kleineren Gewichten bestimmten Einrichtungen lassen sich bezüglich ihrer Konstruktion in zwei Hauptgattungen theilen. Bei der einen werden die Gewichte mittels eines gemeinsamen Organes nach Belieben von ihrem Ruheplatz entnommen und der Belastung der Waage hinzugefügt, bei der anderen ist für jedes Gewicht ein besonderes Organ vorhanden, welches dem Gewicht während der Nichtbenutzung zugleich als Ruheplatz dient.

Zu der ersteren Art gehört die Einrichtung an der Vakuumwaage von Bunge[2]). Bei ihr werden durch einen um die Mittelsäule der Waage drehbaren und längs derselben auf- und abbeweglichen Arm, den Löffel, stabförmige Gewichte von ihrem als Ruheplatz dienenden Register abgehoben und auf eines der mit den Schalenbügeln verbundenen Register abgelegt. Von den für chemische Waagen getroffenen hierher gehörenden Anordnungen entspricht dieser Konstruktionsgattung eine Einrichtung, welche der älteren üblichen Reiterverschiebung ganz ähnlich ist und bei welcher mittels des an der dreh- und verschiebbaren Stange sitzenden Armes die reiterförmigen Gewichte von einem im Waagekasten befestigten gekerbten Lineal abgehoben und auf ein entsprechendes am Schalengehänge befestigtes Lineal übertragen werden. Beiden Einrichtungen ist es gemeinsam, dass das Auflegen eines bestimmten Gewichtes eine bestimmte Stellung des Umsetzungsarmes erfordert und deshalb die Handhabung sehr subtil ist. Immerhin ist die der Reiterverschiebung nachgebildete Einrichtung, da sie aus nächster Nähe gehandhabt wird, mit Nutzen verwendbar.

---

1) Auch Th. Herzberg (in Firma Paul Bunge's Nachfolger) stellt solche Einrichtungen her.

2) Bericht über die wissenschaftl. Instrumente auf der Londoner Ausstellung 1876. S. 228.



Die der zweiten Konstruktionsgattung zugehörenden Einrichtungen lassen sich in zwei Arten unterscheiden, nämlich:

a) solche, bei denen für jeden Gewichtsträger ein besonderer Bewegungsmechanismus und

b) solche, bei denen nur ein Bewegungsmechanismus für alle Gewichtsträger vorhanden ist.

Die letzteren scheiden sich in zwei Klassen, je nachdem der Bewegungsmechanismus die einzelnen Gewichtsträger gleichzeitig oder einen nach dem anderen beeinflusst.

Einen besonderen Bewegungsmechanismus für jeden der Gewichtsträger weist nun eine Einrichtung an chemischen Waagen von Nemetz auf, bei welcher vorn am Waagenkasten für die Gewichte zu 0,01; 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,1; 0,2; 0,5 je ein Knopf vorgesehen ist, durch dessen Bewegung der betreffende Gewichtsträger gesenkt und das Gewicht angehängt wird. Hierher gehört auch eine Einrichtung von Stückrath, bei welcher die Gewichte am unteren klauenartig aufgebogenen Ende von vertikal in der Decke des Waagenkastens beweglichen Schiebern hängen und durch blosses Hinabdrücken der Knöpfe der letzteren aut einem am Gehänge befindlichen Lineal abgesetzt werden. Die Einrichtung ist einfach, aber nur für kleine Waagen hinreichend bequem.

Einen gemeinsamen Bewegungsmechanismus für alle Gewichtsträger, welcher diejenigen von ihnen gleichzeitig beeinflusst, die überhaupt bewegt werden sollen, weist die von Stückrath an Vakuum- und anderen Waagen ausgeführte Einrichtung[1]) auf. Das Aufsetzen der Zulagegewichte erfolgt hier nämlich zugleich mit dem Lösen der Waagenarretirung. Die Auswahl der aufzusetzenden Gewichte ist davon völlig getrennt, indem vor dem Lösen der Waagenarretirung die Verriegelung für diejenigen Gewichtsträger aufgehoben wird, deren Gewichte sich senken und aufgelegt werden sollen. Hier wird also die Auswahl der Gewichte und ihre Aufsetzung durch zwei ganz getrennte Operationen bewirkt. Im Gegensatz hierzu wird bei zwei von Nemetz hergestellten Einrichtungen durch fortgesetzte Drehung einer Handhabe die nacheinanderfolgende Aufsetzung von Gewichten einer aus Stücken von gleichem Gewichtswerth bestehenden Reihe bewirkt. Die eine davon entspricht ganz der bei der Vakuumwaage von Kruspér angewendeten Einrichtung[2]). Bei ihr werden durch Drehung einer mit unrunden Hebescheiben ausgestatteten Welle nacheinander Arme gesenkt, welche einzeln nebeneinander am Waagengestell gelagert sind, und dabei die T förmigen Gewichte an ein am Schalengehänge befestigtes Lineal gehängt. Die andere neuerdings von Nemetz konstruirte Einrichtung beruht auf der Verwendung reiterförmiger Gewichte von der Form der Figur 2. Diese hängen an mit Nuten versehenen Stiften, welche in den Armen eines sternförmigen Rades, Figur 3, parallel zur Radaxe befestigt sind. Diese Stifte befinden sich in der gleichen Entfernung von der Axe, sind aber von verschiedener Länge, so dass die Projektionen der daran hängenden Reitergewichte auf die Richtung der Axe nebeneinander

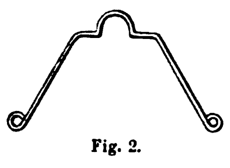

Fig. 2.

Fig. 3.

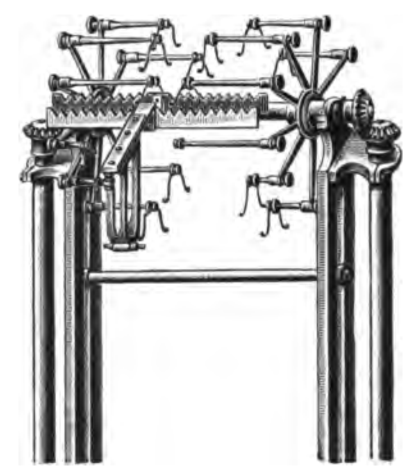
---

[1]) Siehe Löwenherz, *Bericht über die wissenschaftl. Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung 1889. S. 186.*

[2]) Siehe *diese Zeitschrift. 1889. S. 81.*

liegen. Bei der Drehung des Rades passiren nun die Stifte den Zwischenraum zwischen zwei am Schaalengehänge befestigten parallelen gekerbten Linealen, wobei sich die Reitergewichte auf die Lineale absetzen. Solcher Sternräder sind zwei mit je neun Armen angeordnet und in einem seitwärts der Schale befestigten Gestell (Fig. 4) gelagert. Dieselben werden mittels doppelten Winkelradgetriebes von Knöpfen aus gedreht, welche mit Eintheilung versehen sind, so dass man aus deren Stellung die Zahl der aufgesetzten Gewichte entnehmen kann.

Bezüglich der Art ihrer Anwendung lassen sich alle hierhergehörenden Einrichtungen scheiden in solche, die eine versuchsweise Auflegung beliebiger einzelner Gewichte oder beliebiger Gruppen derselben zulassen und solche, welche lediglich die Summe aufeinander folgender Gewichte aufzulegen gestatten. Von beiden Verfahren gebührt für chemische und technische Wägungen dem letzteren insoweit der Vorzug, als die Einrichtung zum folgeweisen Auflegen der Gewichte die Gefahr eines Anstossens der Gewichtsträger an Theile der Waage und somit die Möglichkeit von Stössen, die den Balken treffen, ausschliesst, in welchem Falle zulässig ist, die Zulagegewichte der nicht arretirten Waage zuzuführen.


Fig. 4.

Am vollkommensten scheint in dieser Beziehung die zuletzt beschriebene Einrichtung von Nemetz zu funktioniren. Für chemische und technische Wägungen werden an die Stifte des einen Sternrades 9 Gewichte zu je 100 *mg*, an die des anderen Sternrades solche zu 10 *mg* gehängt, während der längste der Stifte oberhalb der Absetzlineale steht. Zum Zweck der Wägung werden zunächst bei offenem Kasten die ganzen Gramme austarirt. Alsdann wird bei geschlossenem Waagenkasten die Waagenarretirung so weit gelöst, dass die Zunge einen kleinen Ausschlag macht und an einer Seite anliegt. Nun dreht man das die 100 *mg*-Gewichte tragende Sternrad langsam herum, bis die Zunge sich gegen die andere Seite legt. Dies erfolgt, sobald ein Gewicht von 100 *mg* zu viel angehängt ist, welches man durch Zurückdrehen des Sternrades abhebt und dann die gleiche Manipulation mit den 10 *mg*-Stücken wiederholt. Das noch verbleibende innerhalb 10 *mg* liegende Uebergewicht wird dann mittels der Reiterverschiebung ausgeglichen. Eine Arretirung der Waage während der mechanischen Gewichtsaufsetzung ist somit nicht erforderlich. In Folge dessen beträgt der gesammte Zeitaufwand für eine solche bis auf 0,1 *mg* geführte Wägung in der Regel nicht mehr als eine Minute.

3. Einrichtungen zur Aenderung der Empfindlichkeit.

Feinere Waagen sind ausnahmslos mit Einrichtungen zur Herstellung einer passenden Empfindlichkeit versehen. Gemeinhin wird, entsprechend der Theorie der Waage, die Empfindlichkeit durch Veränderung der Höhenlage des Schwerpunktes des Balkens regulirt. Meist dienen dazu Schraubeinrichtungen, mittels deren kleine Massen um geringe Beträge gehoben oder gesenkt und dann durch Gegenmuttern festgestellt werden können. Die wenigsten dieser Einrichtungen bieten die Mittel, um eine bestimmte früher vorhandene Empfindlichkeit leicht wiederherstellen zu können. Diesen Zweck verfolgt eine in *dieser Zeitschrift 1890*

S. 371 beschriebene „Vorrichtung für messbare Veränderung der Höhenlage des Schwerpunktes der Waagebalken von Feinwaagen“ von F. Sartorius in Göttingen. Nemetz hat eine dieser Vorrichtung genau gleiche für kurze Balken von genügender Höhe hergestellt. Bei längeren Balken, deren Höhe für die Verschiebung des Empfindlichkeitsgewichtes nicht genügt, versieht er die in ihrem oberen Theile zylindrisch gestaltete Zunge, auf welcher, wie oft üblich, das Empfindlichkeitsgewicht sich verschiebt, mit einer Eintheilung.

Für chemischen und technischen Gebrauch ist es häufig erwünscht, auf derselben Waage Wägungen mit zwei von einander sehr verschiedenen Empfindlichkeiten kurz hintereinander ausführen zu können, ohne an der Waage selbst Veränderungen vornehmen zu müssen. Dies wird durch die von Prof. Arzberger in Wien angegebene und von Nemetz ausgeführte Anordnung zweier Mittelschneiden erzielt, von denen die eine, für hohe Empfindlichkeit bestimmte, sich genau in der Ebene der Endschneiden befindet, während die zweite Schneide für geringe Empfindlichkeit in entsprechendem geringen Abstande darüber liegt. Letztere Schneide ragt über die erstere hinaus und es ist für sie ein besonderes zweites Pfannenpaar angeordnet, welches mittels eines im Säulensockel gelagerten Exzenterhebels auf- und abbewegt werden kann. In seiner höchsten Stellung setzt sich beim Lösen der Arretirung die „unempfindliche“ Schneide auf und die Waage schwingt schnell; in seiner niedrigsten Stellung dagegen setzt sich die tiefer gelegene „empfindliche“ Schneide auf die ihr zugehörigen Pfannen und die Waage schwingt langsam. Behufs leichter Erkennung sind deshalb die beiden Lagen des Exzenterhebels durch Schilder mit der Aufschrift „schnell“ und „langsam“ unterschieden. Unzweifelhaft ist diese Einrichtung, wenn gut ausgeführt, äusserst bequem. Doch ist nicht zu leugnen, dass die gute Ausführung einer solchen Doppelschneide, deren Form in Fig. 5 dargestellt ist, nicht leicht ist. Wenn ferner als einer der Gründe für die Einführung der Einrichtung die Schonung der „empfindlichen“ Mittelschneide bei der unempfindlichen Wägung mit schneller Schwingung angeführt wird, so ist ein gewisser Vortheil dieser Schonung zweifellos vorhanden. Derselbe darf jedoch nicht überschätzt werden, da die Erhaltung der hohen Empfindlichkeit in gleichem Maasse von der Erhaltung der Feinheit der Endschneiden wie der Mittelschneide abhängt, die ersteren aber bei allen Wägungen zur Anwendung gelangen. So nützlich daher die Einrichtung für chemisch-technische Wägungen ist, vermag ihre Anwendung einen vollkommenen Ersatz für die Anwendung zweier besonderer Waagen nicht zu bieten.

Fig. 5.

4. Einrichtungen zum Arretiren der Waagentheile.

Eine mit vollkommener Arretirung ausgestattete Waage muss die Arretirung des Balkens, der Schalengehänge und der Schalen gestatten. Die im Allgemeinen dazu verwendeten Einrichtungen sind sehr bekannt, so dass es erübrigt, sie hier anzuführen. Es sei nur eines Mittels, der Schneckenarretirung von Nemetz, Erwähnung gethan, welches an Waagen für höhere Belastungen nicht unerhebliche Vortheile bieten dürfte. Statt der meist üblichen Exzenterscheibe, mittels deren durch eine Halbdrehung der Arretirungswelle die gesammte Hebung bezw. Senkung der die Arretirung des Balkens und der Gehänge vermittelnden Organe bewirkt wird, verwendet man mitunter eine ebene Scheibe, deren Rand eine Spirale bildet, so dass für die Hebung der Arretirungsorgane fast eine ganze

Umdrehung der Welle zur Verfügung steht. Nemetz hat durch Anwendung der in Figur 6 dargestellten Einrichtung diese Bewegung ohne Anwendung von Uebersetzungsrädern auf drei bis vier Umdrehungen der Welle vergrössert. Wie aus der Figur ersichtlich, ist das eine Ende der Welle in seinem Lager zylindrisch geführt, während das andere Ende mit Gewinde in einer Mutter gelagert ist, so dass die Welle bei ihrer Drehung zugleich eine axiale Verschiebung erleidet. Zwischen beiden Lagern trägt die Axe eine Kegelspirale von den Gewindegängen entsprechender Steighöhe. Das Wachsthum der Spirale ist so gewählt, dass vier Umdrehungen der Welle die erforderliche Hebung der Arretirungsorgane bewirken. Der durch diese Anordnung erzielte Vortheil besteht in der sehr gleichförmigen Aufwärtsbewegung, welche ein ruckweises, die Schneideschärfe beeinträchtigendes Aufsetzen der Gehänge und der Mittelschneide ausschliesst.

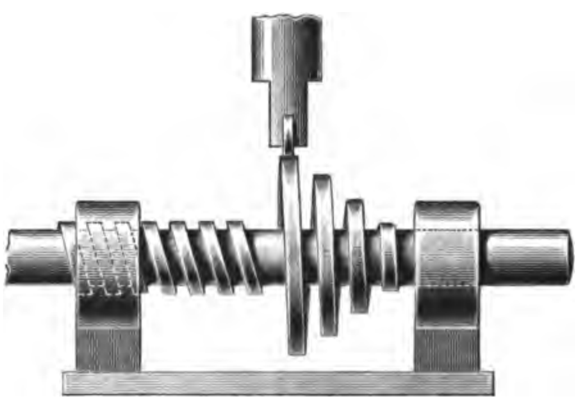


Fig. 6.

Eine gute Schalenarretirung soll das Pendeln der Schalen sowohl während des Auflegens der Belastung als auch nach Lösen der Waage während der Wägung verhüten. Die älteren Einrichtungen dieser Art bestanden meist aus tellerartigen mit Leder bezogenen Stutzen, welche bei Arretirung der Waage soweit gehoben wurden, dass die Schale auf ihnen ruht. Wird dann die Belastung exzentrisch aufgesetzt, so werden beim Lösen der Waage die Schalen in einem gewissen Moment frei gelassen und Pendelungen sind nicht ausgeschlossen. Um solche zu verhindern, benutzt Nemetz die von Arzberger angegebene, in der nebenstehenden Fig. 7 skizzirte Einrichtung. Bei ihr ist der mit der Arretirung auf- und abbewegliche Stutzen kegelförmig ausgehöhlt und die Schale mit einer zur Kegelhöhlung zentrischen Spitze versehen. Senkt sich bei exzentrischer Stellung der Last der Hohlkegel, so gleitet die Spitze an der Kegelwand so lange, bis der Schwerpunkt genau unter den Aufhängepunkt gelangt ist, worauf die Schale ganz frei wird, während jede Veranlassung zu Pendelschwingungen fortfällt. Stückrath hat dasselbe Prinzip, jedoch in umgekehrter Anordnung angewendet. Er versieht die Schale mit einem nach unten geöffneten Hohlkegel und lässt die Spitze durch die Arretirungswelle auf- und abbewegen. Diese Anordnung hat den Vorzug vor der ersteren, dass Verunreinigungen in derselben nicht haften bleiben; sie wurde von Stückrath zuerst für Vakuumwaagen verwendet, wo sie zugleich zum selbthätigen Zentriren der Belastung dient. Wird nämlich das Gewicht selbst erheblich exzentrisch auf den Transporteur aufgesetzt und bei dessen Senkung auf das zunächst arretirte Schalenkreuz abgesetzt, so hängt sich letzteres nach Freilassung so, dass sich das Gewicht nahezu senkrecht unter dem Aufhänge-

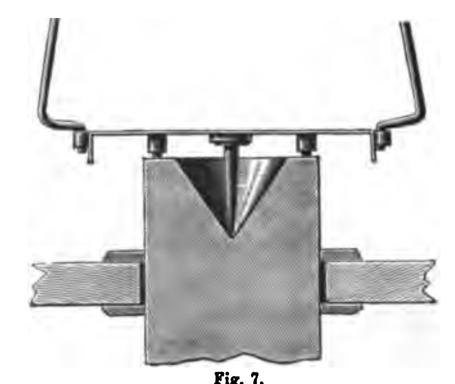


Fig. 7.

punkt befindet und setzt sich bei nochmaliger Hebung des Transporteurs auf diesen so auf, dass, wenn nun das Schalenkreuz allein seine normale Lage annimmt, in der es durch die Einrichtung festgehalten wird, bei erneuter Senkung der Fehler der Aufsetzung fast beseitigt ist und bei Wiederholung der Entlastung und Belastung ganz verschwindet. Wenn auch dieser bei der geschlossenen Vakuumwaage ganz unentbehrliche Zweck der Zentrirung bei chemischen Waagen in Fortfall kommt, so ist die Beseitigung der die Pendelschwingungen der Schalen begleitenden Störungen des regelmässigen Verlaufes der Schwingungen der Waage ein so erheblicher Vortheil, dass die einfache Einrichtung allgemeinste Anwendung verdient.

5. Luftbremse.

Zum Schluss möge noch einer wenig bekannten Einrichtung Erwähnung geschehen, deren Anwendung recht bequem ist. Für die Fälle, in denen man bei geschlossenem Waagekasten die Waage, wenn sie zufällig beim Lösen der Arretirung in oder nahe der Gleichgewichtslage sich befindet, also nicht sicher ablesbare Schwingungen ausführt, in stärkere Schwingungen zu versetzen wünscht, hat Prof. Stefan in Wien die Verwendung eines kleinen Gebläses vorgeschlagen. Unter der Waageschale befindet sich eine ganz feine Ventilöffnung, welche mit ein Metallrohr mit einem pumpenartigen Zylinder in Verbindung steht, dessen Kolben durch Druck auf einen Knopf bethätigt wird. Der in beliebiger Feinheit abzustufende Luftstrom wirkt auf die untere Schalenfläche und gestattet ausser der Erregung von Schwingungen auch die Einengung zu weiter Schwingungen der Waage, wenn man nämlich den Luftstrom von unten gegen die Schale wirken lässt, während dieselbe in absteigender Bewegung begriffen ist. Der Verwendung von Metall an Stelle eines unzweifelhaft einfacheren Gummigebläses dürfte mit Rücksicht auf längere Dauer der Vorzug gebühren.

Neue Messinstrumente und Hilfseinrichtungen für die Werkstatt.

Von
Mechaniker **K. Friedrich** in Berlin.

2. Ueber die Erzeugung von Zahnrädern durch Fräsen.

Zur Uebertragung von Bewegungen, insbesondere von Drehbewegungen, werden in der Technik verschiedene Konstruktionselemente verwendet, Schrauben, Kuppelungen, Reibungs- und Zahnräder, welche letzteren entweder direkt oder unter Zuhilfenahme von Seil oder Kette indirekt wirkend in den Mechanismus übernommen werden. Für den Bau von feinmechanischen, für Präzisionszwecke bestimmten Instrumenten können von diesen Elementen nur die Schrauben und Zahnräder in Betracht gezogen werden, und von diesen ist wiederum die Schraube den Zahnrädern schon deshalb vorzuziehen, weil ihre Form weit einfacher, schneller und vor allen Dingen korrekter herzustellen ist als die der Zahnräder; ausserdem ist ja jeder einfache Mechanismus der Abnutzung und dem Auftreten von Fehlern weniger ausgesetzt als ein komplizirter. In gewissen Fällen ist es jedoch nicht zu umgehen, Zahnräder in Verwendung zu nehmen, sei es nun in der Form gewöhnlicher Stirn-, Schrauben- oder Kegelräder; es möge hier nur auf die Triebe an Fernrohren und Mikroskopen und die Bewegungsübertragung an Leitspindeldrehbänken mittels Stirnräder hingewiesen werden, deren Benutzung eine weit

verbreitete ist. Die Methoden zur Herstellung der Zahnräder haben in dem letzten Jahrzehnt, hervorgerufen durch den Aufschwung des Maschinenbaues und das Auftreten höherer Anforderungen an die Genauigkeit, mannigfache Verbesserungen erfahren; Zweck der folgenden Zeilen soll es sein, einige der neueren Einrichtungen zur Erzeugung von Zahnrädern zu beschreiben.

Sollen Zahnräder an Messinstrumenten oder an Vorrichtungen zur Erzeugung von Messmitteln, z. B. Messschrauben, verwendet werden, so hat man die Forderung an sie zu stellen, dass die Geschwindigkeit ihrer Bewegung stets konstant bleibe. Die Konstanz der Geschwindigkeit ist abhängig von: 1. der Genauigkeit der Grösse der Theilkreise; 2. der konzentrischen Lage derselben; 3. der Genauigkeit der Theilung; 4. der Form der Zähne; 5. der konzentrischen Lage derselben; 6. der Lage der Radaxen zu einander. — Die Erfüllung dieser Einzelbedingungen ist zum Theil Sache der geometrischen Konstruktion, hängt aber zum grösseren Theil von der Methode der Herstellung, d. h. von der Konstruktion der erzeugenden Fräse und Fräsemaschine ab. Der Einfluss der Nichterfüllung dieser Bedingungen auf die Brauchbarkeit der Zahnräder ist ein verschiedener; während eine Unrichtigkeit in der Zahnprofilform[1]) nur auf einen verhältnissmässig kleinen Theil der Bewegung einwirkt und durch allmäliges Ineinanderarbeiten vielleicht gänzlich ausgeglichen wird, hat eine mangelhafte Ausführung der übrigen Bedingungen Zwang auf die Axen, Exzentrizitäten u. s. w. im Gefolge, macht also das damit behaftete Zahnrad unbrauchbar.

Auf die geometrische Konstruktion des Zahnprofils soll hier nicht eingegangen werden, es möge hierfür auf eine für später in Aussicht genommene Besprechung der hierher gehörigen, für die Bedürfnisse der Mechaniker besonders bearbeiteten Methoden im *Vereinsblatt der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik* hingewiesen werden. Wir wollen im Folgenden nur die praktische Herstellung der Zahnräder besprechen.

Die Herstellung der Zahnräder erfolgt heute nur noch in ganz untergeordneten Werkstätten durch Feilen; alle grösseren mechanischen Werkstätten und die für diese arbeitenden Werkzeugmaschinenbauanstalten fräsen die Zahnformen vollständig fertig, ohne nachher etwa mit der Feile nachzuarbeiten. Ein vollkommen korrektes, gleichmässiges Miteinanderarbeiten der Räder kann indessen auch bei dieser Art der Herstellung nur dann erreicht werden, wenn an dem fertigen Rade alle Bedingungen eingehalten sind, die oben als nothwendig angeführt wurden.

Der Gang der Herstellung eines Zahnrades ist etwa folgender: Es wird durch Bedrehen die Grösse des „Kopfkreises“ hergestellt, da man den „Theilkreis“ nicht unmittelbar bestimmen kann. Die Ausmessung des Kopfkreisdurchmessers hat sehr genau zu erfolgen, da sich ja ein Fehler vergrössert im Umfange bemerkbar macht, wodurch eine korrekte „Abwälzung“ verhindert würde. Die Theilung des Rades wird nicht mehr nach dem sogenannten Peripheriemaassstab aufgetragen, sondern nach einer vorhandenen Kreistheilung kopirt, die starr mit dem Zahnrade verbunden sein und eine gleichzeitig mit diesem erfolgende Drehung und sichere Einstellung zulassen muss. Diese Muttertheilung soll möglichst fehlerfrei sein, weil ja alle Theilungsfehler, Exzentrizitäten u. s. w. unvermittelt oder höchstens etwas verkleinert, sobald nämlich das Rad geringeren Durchmesser als die Muttertheilung hat, in die Radtheilung übergehen; ferner muss für die Ueber-

---

[1]) Vergl. Leman, *diese Zeitschrift 1883. S. 429.*

tragung ein einwurfsfreies Mittel gewählt werden, welches nicht neue Fehler in die an sich vielleicht fehlerfreie Muttertheilung hineinbringt. Ein solches Mittel, das bei der Erzeugung höchst genauer Räder nicht umgangen werden kann, ist die Einstellung der Muttertheilung nach dem Mikroskop. Gemäss diesen Einstellungen werden sodann die Zahnlücken eingefräst in der Weise, dass man eine rotirende Zahnradfräse parallel der Axe des zu fräsenden Rades bewegt; dies ist für den Mechaniker die eigentlich schwierige Arbeit, weil hierbei die richtige Zahnform und der korrekte Gang der Räder von der Form der Fräse, von deren Schneidefähigkeit und jeweiligen Schärfe ihrer Schneidekanten, von der Stärke der Axen sowohl der Fräse als des Rades und ihrer Stellung zu einander abhängig ist, weshalb auf die Konstruktion der Fräse die grösste Mühe verwendet werden muss.

Konstruktion und Herstellung der Fräse.

Die Konstruktion der Zahnräderfräse unterliegt denselben Bedingungen wie alle anderen Schneidewerkzeuge (Vergl. meine Mittheilung über Schneidewerkzeuge im *Vereinsbl. d. deutschen Gesellsch. f. M. u. O. 1892, No. 5 u. 6*). Ist schon bei diesen letzteren die Güte der erzeugten Arbeit von der günstigen Wahl der Schneide- und Anstellungswinkel abhängig, so trifft dies bei der Zahnräderfräse in ganz hervorragendem Maasse zu, weil ja eine durch schlechte Schneidewinkel veranlasste schnelle und starke Abnutzung nicht nur wie bei jenen die äussere Form beeinflusst, sondern in Folge des im Vorangegangenen besprochenen Zwanges auf die Axen überhaupt die Grundbedingungen umstösst. Diese Ueberlegungen, zugleich mit dem Wunsche, möglichst einfache und leicht herstellbare Fräseformen zu erhalten, sind schon stets bei der Konstruktion der Fräsen maassgebend gewesen. Gegenwärtig sind folgende Typen im Gebrauch: 1) Einzahnige Fräsen, bei welchen zumeist ein profilirtes Messer in einen Fräsekopf eingesetzt ist. Dieselben kommen wegen ihrer geringen Leistungsfähigkeit immer mehr ausser Anwendung und können deshalb hier übergangen werden. 2) Mehrzahnige Fräsen, deren Zähne meist in ungrader Anzahl, etwa 5, aus dem Vollen herausgeschnitten sind. 3) Eine neuerdings von Herrn C. Raabe konstruirte Fräse mit unveränderlichem Profil.

Mehrzahnige Fräsen: Eine mehrzahnige Fräse, von der die Figuren 1 und 2 Abbildungen zeigen, wird in der Weise hergestellt, dass man eine Stahlscheibe S durch Bedrehen am Rande mit dem Profil der Zahnlücke versieht, diesen Rand durch eine Anzahl von Unterbrechungen (in den Figuren sind es 4 bezw. 5) in der Weise zahnt, dass die Schneidekanten radial stehen und jedem einzelnen Zahn z die Form giebt, die ihn zum Schneiden fähig macht. Bei der in Fig. 1 dargestellten Fräse ist dies in der Weise geschehen, dass jeder einzelne Zahn von der radial stehenden Schneidefläche s aus in der Pfeilrichtung dünner und niedriger gefeilt wurde, so dass also das wirkliche Profil der Zahnlücke nur noch in der radialen Schneidefläche s selbst vorhanden ist. Könnte man nun auch die Arbeit des Hinterfeilens vollkommen korrekt ausführen, d. h. so, dass die Schneide-



Fig. 1.



Fig. 2.

kante unberührt stehen bliebe und die Hinterfeilung in ihr selbst schon begönne, was indessen, wenn nicht ganz unmöglich, so doch sehr schwierig und mühevoll ist, so würde doch bei der geringsten Abstumpfung, die ein Nachschleifen der radialen Schneidekante bedingt, die Profilform verloren sein, und nach und nach die von der Schneidekante begrenzte Fläche immer kleiner an Inhalt werden, wodurch vielleicht nur ein Zahn zum Schneiden kommt, also derselbe Vorwurf wie gegen die einzahnige Fräse gerechtfertigt wäre.

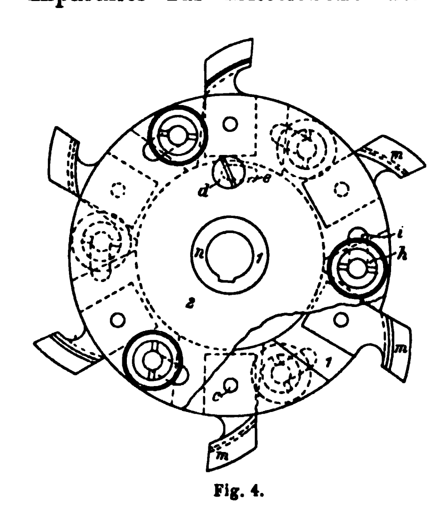
Diese vielfachen Mängel suchte J. E. Reinecker in Chemnitz durch eine andere Art der Herstellung zu umgehen, durch das sogenannte Hinterdrehen. Die Herstellung des Profils und die Zahnung kann man sich in derselben Weise geschehen denken wie bei der eben beschriebenen Fräse. Die Erzeugung der Schneidewinkel jedes einzigen Zahnes indessen ist dadurch geschehen, dass man das Profil um eine mit der Drehaxe der Fräse nicht zusammenfallende zweite Axe rotiren liess, die in der in Fig. 2 angedeuteten Stellung der Fräse rechts von der Drehaxe liegt, so dass also die beiden in der Figur angedeuteten Kreisbogen sich in der Schneidekante durchschneiden, in der Pfeilrichtung aber von einander abweichen, und zwar der zum Zahnradumfang exzentrische Bogen gegen den Mittelpunkt hin, sodass also in der That Schneidewinkel entstehen. Aber auch hier ist beim Nachschleifen der Fräse die Richtigkeit der Profilform nicht erhalten. Theoretisch ist sie selbst nicht in der ersten Schneidefläche gewahrt, die in der Richtung des Fräsenradius liegen soll, während der Radius des die Schneidewinkel erzeugenden Kreisbogens mit dem ersteren einen Winkel bildet. In Folge dessen wird nicht das Profil selbst, sondern eine Art Projektion desselben erzeugt. Der hierdurch bedingte Fehler wird beim Nachschleifen der Fräse stetig und schnell grösser und dies in selbst praktisch nicht zu vernachlässigender Weise, da die Abstumpfung bei diesen Fräsen sehr stark auftritt und deshalb ein häufiges Nachschleifen (was Reinecker selbst durch Vermerk auf seinen Fräsen empfiehlt) nothwendig macht. Ausser diesem Fehler der bei dem Nachschleifen sich vergrössernden Profilunrichtigkeit und dem durch die Abstumpfung entstehenden Zwang auf die Axen, die, wie erwähnt, den grössten Fehler, Exzentrizität, herbeiführen muss, ist ein weiterer Mangel der beschriebenen beiden Fräsen die Verringerung der Breite der Zahnlücke und die daraus gleichzeitig folgende Vergrösserung der Zahndicke. Dieser Mangel macht sich besonders dann sehr unangenehm bemerkbar, wenn es darauf ankommt, ein heute hergestelltes Zahnrad nach Jahren durch ein neues zu ersetzen, d. h. durch einen längeren Zeitraum dasselbe Profil genau zu erhalten. Diese Anforderung, welche die Praxis, besonders die Herstellung der Getriebe an elektrischen Bogenlampen an den Konstrukteur stellte, veranlasste Herrn C. Raabe zur Konstruktion seiner Fräse mit unveränderlichem Profil, die nunmehr beschrieben werden soll.

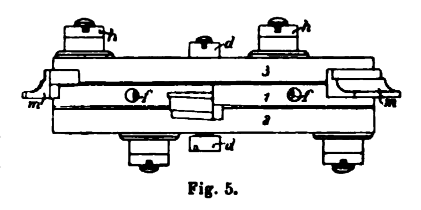
Raabe's Fräse gehört zu den zusammengesetzten Fräsen, d. h. zu denjenigen, deren Körper und Schneidezähne nicht aus einem Stück gearbeitet sind, sondern die aus einem sogenannten Fräsekopf bestehen, in welchen ein oder mehrere mit dem Profil versehene Messer eingesetzt werden. Ein grosser Vortheil dieser Einrichtung besteht, wie bei den an Stelle von grossen Schneidesticheln angewendeten Stichelhäusern, in der Billigkeit ihrer Instandhaltung, da nur die Einsatzstichel der Abnutzung unterworfen sind und erneuert werden müssen, während der Fräsekopf selbst ein integrirender Bestandtheil der Maschine ist, also nur ein einziges Mal hergestellt zu werden braucht.

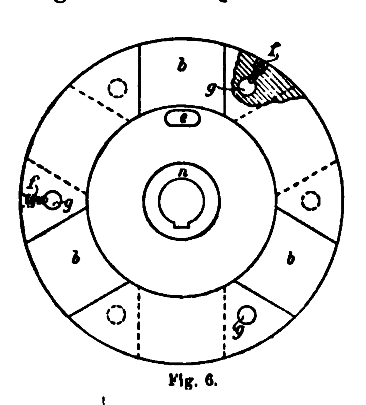
Die Messer *m* der vorliegenden Fräse (vergl. Fig. 3 bis 10) sind Theile einer kreisförmigen Scheibe oder einer prismatischen Schiene von dem „besonders“ konstruirten Lückenprofil und stellen die Hälften eines gewöhnlichen Zahnes dar, die um ein Geringes über die Halbirungslinie der Zahnlücke vergrössert sind, wie Figur 3 anschaulich macht. Sie sind unter einem spitzen Winkel aus der Erzeugungsscheibe herausgeschnitten, so dass also, wenn man sie ihrer Schnittfläche nach radial in den Fräsekopf einsetzt, die Profilkanten sich in der Richtung von der Schnittfläche fort der Fräsenaxe zukrümmen.

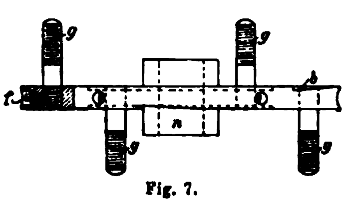
Fig. 3.

Um nun ein vollkommenes Freischneiden zu ermöglichen, sind die Zahnhälften unparallel zur Mittelebene der Fräse eingesetzt, so dass jetzt die Schneidekanten in jeder Richtung über die dahinter liegenden Theile des Zahnes hervorragen. Diese Schrägstellung der Zahnhälften, welche die Figuren 5 und 9 veranschaulichen, ist durch eine besondere Anordnung des Fräsekopfes erreicht. Derselbe besteht aus drei kreisförmigen Scheiben 1, 2 und 3; Scheibe 1 ist die mittelste von den dreien und trägt auf beiden Seiten je drei im gleichseitigen Dreieck liegende, gegen einander um 60° versetzte Gewindebolzen *g* (siehe Figur 6 und 7), die in die Scheibe selbst eingeschraubt und in ihrer Stellung durch Schräubchen *f* gesichert sind; die mit einer Nut versehene Nabe *n* ist zylindrisch ausgedreht und passt auf die Axe der Fräsemaschine. Die zylindrisch sorgfältig abgedrehten gleichgrossen Ansätze dienen zur Aufnahme der Scheiben 2 und 3. Der Kranz der Scheibe 1, welcher in Folge der in der Figur sichtbaren Unterdrehung etwas stärker gehalten ist, trägt auf jeder Seite wiederum versetzt zu einander je drei radiale Einfräsungen *b* von der Breite des parallelepipedischen Schaftes der Schneidemesser. Der Boden dieser Einfräsungen liegt aber nicht parallel zu den Ebenen der Scheibenflächen, sondern bei allen in demselben Sinne schräg, wie es in Figur 7 bei *b* angedeutet ist, so dass er, wenn man den Scheibenrand im Sinne des Uhrzeigers verfolgt, bis zu einer Tiefe von etwa 0,5 *mm* von der Scheibenfläche abweicht.


Fig. 4.


Fig. 5.


Fig. 6.


Fig. 7.

Entsprechend diesen schiefen Ebenen haben die beiden Seitenscheiben 2 und 3 in demselben Sinne schräge, jedoch tiefer ausgefräste Nuten, in welche die Einsatzmesser gut passend eingelegt werden können, so dass sie noch etwa 1 *mm* über die Scheibenebenen hervorragen. Die Messerhälften, die also bei dieser

Einrichtung immer paarweise und versetzt zu einander vorhanden sind, liegen auf diese Weise mit ihren parallelen Flächen zwischen den schiefen Ebenen der Scheiben 1 und 2 bezw. 1 und 3, stehen also schräg zur Scheibenebene und können in dieser Lage durch die zu den Bolzen *g* gehörigen Muttern *h* mit Unterlagscheiben festgezogen werden. Zu dem Zweck werden die Seitenscheiben mit ihren konaxialen Bohrungen über die Nabe *n* und mit den geschlitzten Löchern *i* über die Bolzen *g* der Scheibe 1 geschoben, wobei ein geringer Zwischenraum, bedingt durch die etwas vorstehenden Messer, zwischen den Scheiben 1 und 2 bezw. 1 und 3 bleibt. Gegen eine Verschiebung der Messer in radialer Richtung sichern die Stifte *c*.

Durch die so erzielte Schrägstellung der Messer und die radiale Lage der unter spitzem Winkel zum Kreisbogen liegenden Schnittflächen derselben ist in der That ein Freischneiden erreicht. Es ist nun noch zu untersuchen, ob bei dieser Anordnung die bei den früher beschriebenen Fräsen auftretenden Mängel in Wegfall kommen. Dadurch, dass die Messerhälften nicht radial, sondern unter einem spitzen Winkel aus der Erzeugungsscheibe herausgeschnitten sind, verkleinert sich der Durchmesser der Fräse beim Nachschleifen, ein Fehler, der für die Praxis völlig belanglos ist. Sodann ändert sich das Profil derart, dass aus dem wirklichen Lückenprofil eine auf die unter bestimmtem spitzen Winkel liegende Ebene konstruirte Projektion desselben entsteht. Dieser Fehler lässt sich aber leicht dadurch eliminiren, dass man dem Messerprofil nicht die Form der Zahnlücke selbst giebt, sondern eine solche, die man durch Uebertragung desselben auf den schrägen Schnitt erhält. Für den Gebrauch im Fräsekopf steht die Schnittfläche radial, wird bei der Abstumpfung stets radial nachgeschliffen, was durch eine geeignete Schleifvorrichtung leicht erreichbar ist, behält also stets die korrekte Profilform. Die Breite der Zahnlücke scheint wie bei den früheren Fräsen beim Nachschleifen ebenfalls verändert zu sein. Dies ist indessen nicht der Fall, wie die folgende Betrachtung lehrt.

Fig. 8. Fig. 9.

Stellen Fig. 8 und 9 die Ansichten eines alten Zahnes und einer Raabe'schen Zahnhälfte dar, so erhellt, dass das Profil des alten Zahnes beim Abschleifen bis zur Axe xy kleiner, das des neuen dagegen nur in der Richtung dieser Axe verschoben wird. Um diese Verschiebung auszugleichen, giebt die eigenthümliche Einrichtung des Fräsekopfes das Mittel selbst an die Hand. Dreht man nämlich die beiden Seitenscheiben 2 und 3, wie sie in Fig. 4 erscheinen, in der Richtung des Uhrzeigers in Bezug auf die Scheibe 1, so werden die Messerhälften auf den schräg ansteigenden Einfräsungen der Scheibe 1 vorwärts gleiten und dabei eine seitliche Bewegung ausführen, d. h. sich in der Richtung der Axe xy von einander entfernen. Ist also durch das Nachschleifen die Breite des Profils scheinbar verringert, so hat man nur durch gleichzeitige Drehung von 2 und 3 gegen 1 die frühere Stellung der Messer wieder herzustellen. Um dies ausführen zu können, sind die beiden Seitenscheiben durch eine Schraube *d* so mit einander verkuppelt, dass sie sich gleichzeitig drehen müssen und nur in der Axenrichtung von einander entfernen können. Der Schlitz *e* der Scheibe 1 lässt diese Drehung



Fig. 10.

zu. Eine kurze Theilung auf Scheibe 1 und die zugehörigen in gleicher Höhe liegenden Indizes auf 2 und 3 erleichtern die Einstellung.

Es ist wohl unnöthig, über die Vorzüge der Raabe'schen Fräse, die zur Patentirung angemeldet worden ist, gegenüber denjenigen älterer Konstruktionen etwas hinzuzufügen. Selbst die grössere Mühe bei der Herstellung, die sich indessen auch nur auf den einmal zu machenden Fräsekopf erstreckt, kann die vorzügliche Brauchbarkeit nicht verringern.

Es erübrigt nun noch die Art und Weise zu schildern, in der das auf dem Papier konstruirte Lückenprofil auf den Fräsenrand übertragen wird. Das wohl am nächsten liegende und in den meisten Werkstätten ausgeübte Verfahren besteht darin, dass man nach dem konstruirten Profil eine Lehre und nach dieser eine Hohllehre macht, mit Hilfe deren man den Kranz der Fräsenerzeugungsscheibe für die Fräse abdreht. Bei der Kleinheit der Zähne an den Zahnrädern der Mechaniker jedoch ist es sehr schwer, die Profilform bei der mehrmaligen Uebertragung auf die Voll- und Hohllehre korrekt zu erhalten, und dies Verfahren ist daher für sehr genaue Zahnräder kaum anwendbar. Aus diesem Grunde hat C. Bamberg vor einer Reihe von Jahren einen Apparat konstruirt, mit Hilfe dessen nach einem in mehrfacher Vergrösserung konstruirten und auf ein Metallblech übertragenen Profil durch eine geeignet angeordnete Fräsevorrichtung die Zahnräderfräse unmittelbar fertig gefräst wird. Der Apparat, welcher unter anderem zur Herstellung

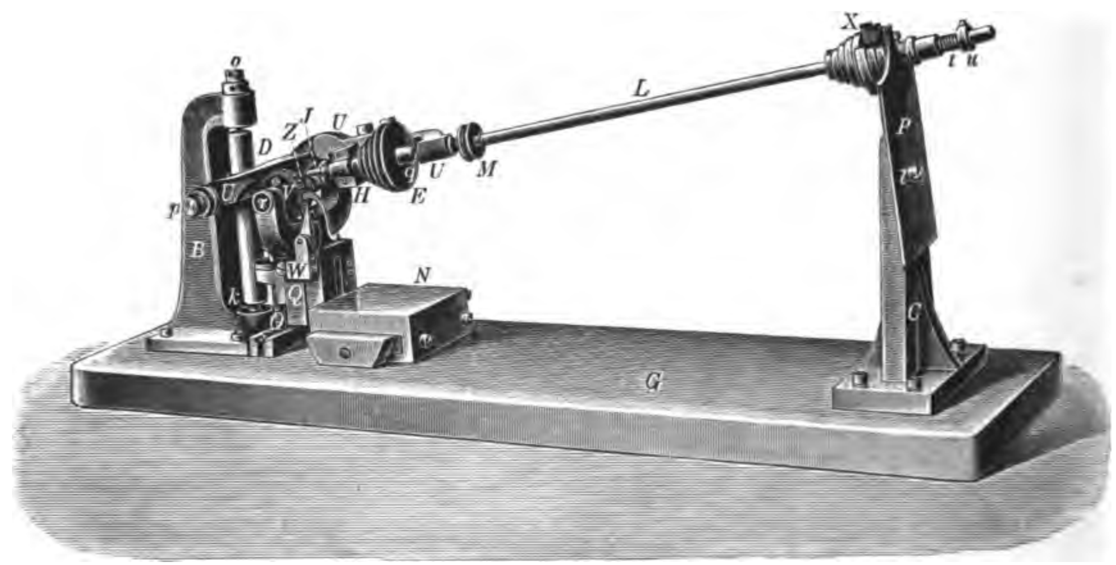


Fig. 11.

der Fräsen benutzt worden ist, die zur Erzeugung der Zahnräder für die astronomischen Instrumente der Jenaer Sternwarte benöthigt wurden, dürfte bisher kaum beschrieben sein. Die Erlaubniss zur Veröffentlichung der nachstehenden Beschreibung hat Herr Bamberg noch kurz vor seinem Tode dem Verfasser bereitwilligst ertheilt.

Bamberg's Fräsevorrichtung für Zahnräderfräsen. Der Apparat besteht aus einer Grundplatte *G* (Fig. 11), auf der gegen beide Enden hin die Ständer *B* und *C* stehen. *C* trägt die mit der Schraube *l* angeklemmte, aus Messing hergestellte Metallprofilschablone *P*, die aus einem später zu erörternden Grunde schräg gestellt ist. Dem Ständer *B* ist die Form eines Lagerbockes und

durch Verrippung grosse Festigkeit gegeben. Er dient zur Aufnahme einer aufrechtstehenden Axe *D*, die zwischen dem Kern *k* und der oberen Schraube *o* mit Gegenmutter gelagert ist. Die Axe *D* besitzt ein zu ihr selbst rechtwinklig stehendes Stück (in der Figur verdeckt), welches dem Rahmen *U* als Lager dient, so dass sich dieser letztere mittels der Lagerschrauben *p*, von denen nur die vordere zu sehen ist, in vertikaler Richtung und um die Axe *k o* ebenfalls in horizontaler Richtung drehen lässt. Der eigenthümlich in der aus der Figur ersichtlichen Weise gestaltete Bügel *U* trägt in seinem rechts liegenden U förmig gebogenen Theil die Lagerung für eine kleine Fräsespindel *E*, die in dem Deckellager *H* läuft und von der Spitze *q* gehalten wird. Durch das Deckellager hindurch läuft die Spindel in einen konischen Zapfen *J* aus, der zur Aufnahme einer eigens geformten kleinen Fräse dient. Die Spitze *q* sitzt an der langen Leitstange *L*, kann mittels des im Kopfe des Bügels *U* gelagerten Gewindes an *L* verstellt und mit der Kordenmutter *M* gegen willkürliche Veränderung gesichert werden. Sodann ist auf der Grundplatte *G* eine Schlittenvorrichtung *N* angebracht, die eine Verschiebung in der Querrichtung des Apparates und durch die Schraube *O* eine solche in vertikaler Richtung zulässt. An dem Mutterstück *Q* dieser letzteren, welches sich nach oben hin bügelförmig öffnet, ist zwischen Spitzen *r*, von denen die hintere in der Figur wieder nicht zu sehen ist, eine Axe horizontal drehbar gelagert. Diese nun dient zur Aufnahme der zu erzeugenden Fräse *Z* und lässt sich, um das Fräsen jedes einzelnen Fräsenzahnes zu ermöglichen, nach dem fest auf der Spindel sitzenden Sperrrade *V* mittels der am Bügelgestelle von *Q* angebrachten Sperrklinge *W* um gleiche Winkel verstellen.

Zur Bethätigung des Apparates wird von irgend einer Betriebswelle durch Schnurübertragung die Fräsespindel *E* in Drehung erhalten, die zu bearbeitende Fräse *Z* mittels der Schlittenvorrichtung *N* und *O* in die Mittelebene des Apparates und in solche Höhe gebracht, dass die Arbeitsfräse zum Schneiden kommt und nun das Stufenrädchen *X* der Leitstange *L* an dem Profil *P* langsam verschoben. Dabei führt die Arbeitsfräse eine gleiche Bewegung aus und fräst dadurch einen Zahn der Zahnradfräse gemäss dem Leitprofil in einer Verkleinerung, die dem Verhältniss der Entfernungen des auf dem Profil gleitenden Punktes und der Arbeitsfräse von der Drehaxe des Systems entspricht. Der auf dem Profil gleitende Punkt führt hierbei eine Kugelbewegung aus, so dass theoretisch das Leitprofil in einer Kugelfläche liegen müsste. Man kann indessen, ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen, das Profil derart schräg stellen, dass es die Mittelstellung zu der Bewegungsbahn des gleitenden Punktes einnimmt. Das Rädchen *X* ist mit Stufen versehen, um eine Spahnstellung zuzulassen, so dass man also nach und nach den Zahn tiefer fräsen kann. Eine Feder *t*, die sich gegen die auf die Leitstange *L* geklemmte Scheibe *u* lehnt, drückt das Stufenrad stets nach derselben Seite. Durch Drehung und Feststellung des Zahnrades werden sodann die übrigen Zähne der Fräse hervorgebracht.

Es dürfte wohl ohne Weiteres zugegeben werden, dass diese Fräsevorrichtung ungleich genauere Resultate liefern wird als das kurz beschriebene empirische Kopirverfahren nach der Lehre, selbst dann, wenn man bedenkt, dass die Arbeitsfräse bei der Führung der Leitstange nicht eine ebene, sondern ebenfalls eine Kugelfläche beschreibt und dass die Form des Fräsezahnes auch abhängig ist von der Form der Arbeitsfräse, die entsprechend der Zahnform gestaltet sein muss. Andererseits wiederum ist dem Verfahren, da ja zur Fertigstellung der Fräse

dieselbe Arbeit so oft wiederholt werden muss, als Zähne vorhanden sind, eine gewisse Umständlichkeit nicht abzusprechen, die auch wohl der Grund sein mag, dass der Apparat, wie dem Verfasser mitgetheilt wurde, nur noch selten in Benutzung genommen wird. Indessen scheint diese Umständlichkeit nur dann vorhanden zu sein, wenn eine grosse Menge von Zähnen an derselben Fräse zu erzeugen sind, und dürfte mit jeder Verringerung der Zähnezahl abnehmen. Im Verfolg dieser Betrachtung erlaubt sich der Verfasser einen Vorschlag zu machen über die vielleicht günstige Verwendung eines nach demselben Prinzip etwas anders konstruirten Apparates.

Die Vorzüglichkeit der Raabe'schen Fräse dürfte über kurz oder lang ihre Verwendung zur Herstellung von Zahnrädern allgemein werden lassen. Bei ihr wird zur Zeit die Erzeugungsscheibe der Zahnhälften ebenfalls nach der Lehre hergestellt, dann zerschnitten, die einzelnen Stücke gehärtet und eingesetzt. Lässt schon in Folge des Kopirverfahrens die Form der Messerhälften zu wünschen übrig, so wird sie beim Härten durch Verziehen meist noch mehr verschlechtert. Es dürfte sich deshalb empfehlen, die nach der Lehre gedrehte Scheibe, ohne sie zu zerschneiden, zu härten und in dem Bamberg'schen Apparat, indem man sie um die Axe rotiren lässt (Sperrrad und Klinke fielen demnach fort), mit einem rotirenden Schmirgelstein nach Maassgabe der Profilschablone nachzuschleifen. Der rotirende Stein würde dann so gelagert werden, dass seine Axe mit derjenigen der zu schleifenden Erzeugungsscheibe in derselben Ebene liegt, so dass bei geeigneter Zuschärfung des Steines die äusserste Korrektheit erreicht werden könnte. Da hierdurch die Möglichkeit der Fertigstellung der Fräsen nach dem Härten gegeben und nach den bei dem heute vielfach geübten Schleifen mit rotirenden Steinen gemachten Erfahrungen der Zeitaufwand ein sehr geringer ist, dürfte sich diese Methode für die genannten Zwecke immerhin bewähren.

Konstruktion der Fräsemaschine.

Nachdem nunmehr die Vorbedingungen für die Erzielung korrekter Zahnräder aufgestellt sind und das dazu nöthige Hauptwerkzeug und seine Herstellung etwas eingehender behandelt worden ist, soll im Folgenden gezeigt werden, in welcher Weise die Bedingungen praktisch erfüllt und wie die Fräsen angewendet werden. Dabei muss natürlich von einer historischen Entwicklung der Fräsevorrichtungen an dieser Stelle abgesehen werden. Selbst die an sich sehr interessanten grossen Räderfräsemaschinen des Maschinenbaus können nicht berücksichtigt werden. Es soll vielmehr nur nach kurzen Andeutungen über andere Einrichtungen hauptsächlich eine Fräsemaschine beschrieben werden, die für die Feinmechanik hervorragende Bedeutung gewinnen dürfte und schon jetzt in einigen mechanischen Werkstätten eingeführt worden ist, die Konstruktion der Herren Sponholz und Wrede.

Wie schon weiter oben angedeutet, geschah die Herstellung der Zahnräder bis vor nicht langer Zeit in den mechanischen Werkstätten auf der Drehbank; in kleinen Betrieben wird dies Verfahren auch noch heute geübt. Man dreht zu diesem Zwecke die Räder im Schraubenfutter oder zwischen Spitzen in der ausgemittelten Grösse vor, spannt sodann die vielfach angewendete und bekannte Supportfräsevorrichtung in den Support und fräst nun durch Verschiebung des Langzuges die Zähne in der richtigen Tiefe ein. Dabei wird die Bewegung des Drehbankschwungrades durch über Rollen geleitete Schnüre auf die Fräsespindel übertragen. Die Einstellungen des Rades erfolgen nach der auf der Spindel

befindlichen Theilscheibe, ein Verfahren, dessen Mängel in Anbetracht der unausgesetzten Benutzung der Bank zu anderen Zwecken und der dadurch eintretenden Abnutzung sehr gross sind. Aber noch weitere Fehler machen sich hierbei bemerkbar, die geringe Festigkeit in der Verbindung der Fräsespindel mit dem Support und die fast stets vorhandene Unparallelität der Supportverschiebung mit der Umdrehungsaxe des Zahnrades. Diese Fehler lassen sich nur durch Konstruktion einer eigens für diesen Zweck bestimmten Maschine umgehen, bei der allerdings auch die Arbeit ihren nicht geringen Theil zur Erfüllung der Bedingungen beitragen muss.

Universal-Räderfräsemaschine von Sponholz & Wrede. Diese Maschine, deren perspektivische Ansicht (Fig. 12) und Konstruktionszeichnung

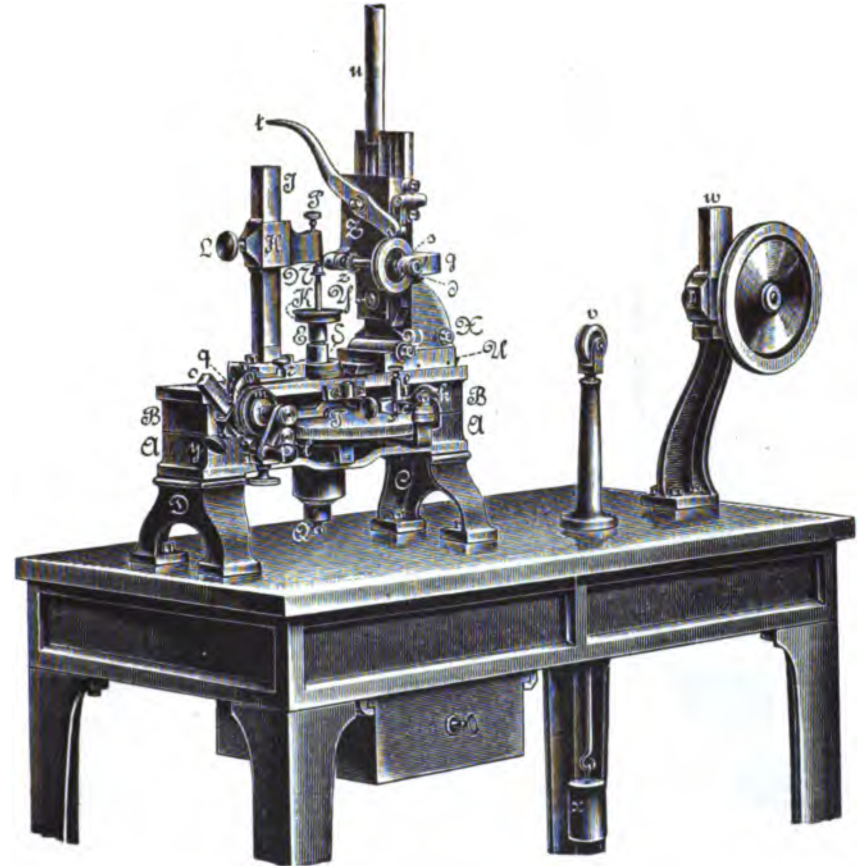


Fig. 12.

(Fig. 13, 14, 15) von der Firma für diese Veröffentlichung gütigst zur Verfügung gestellt worden sind, ist folgendermaassen eingerichtet.

Das Untergestell, aus den beiden Theilen 𝔄 und 𝔅 bestehend, ist in sich selbst hohl und im Uebrigen so geformt, dass es Raum zur Aufnahme der Theilscheibe 𝔗 lässt; es steht auf den kurzen und festen, in gefälligen Linien gehaltenen Füssen 𝔈 und 𝔇. Die beiden Theile 𝔄 und 𝔅 sind durch Stellbolzen (in den Figuren nicht sichtbar) unveränderlich mit einander verbunden und bilden die Lagerung für die Axe der Theilscheibe 𝔗. Der untere Theil 𝔄 ist zu diesem Zwecke zylindrisch ausgedreht und mit einer Bronzehülse 𝔎 ausgefuttert, die

mit einem Ansatz eingelagert ist; in diese ist die eigentliche Axe S aus Stahl doppelkonisch eingepasst, die nach oben hin einen Ansatz von grossem Durchmesser und eine zylindrische Verlängerung trägt. Gegen den Ansatz legt sich zylindrisch auf den Zapfen aufgepasst die Theilscheibe T; sie wird durch Stellstifte und Schrauben fest mit der Axe verbunden. Die zylindrische Verlängerung ist in einer Bronzehülse R_1 gelagert, die in dem Obertheil B konisch eingesetzt und durch die Muttern M und M_1 in ihrer Lage gehalten wird. Die Axe S ist ihrer ganzen Länge nach durchbohrt und in ihrem oberen Theile derart konisch ausgedreht, dass sie einen in der abgebildeten Weise geformten Dorn E aufnehmen kann, gegen dessen Ansatz F die zu fräsenden Zahnräder, eine gewisse Anzahl gleichzeitig, durch die Scheiben K und K_1 geklemmt werden. Zur Sicherung gegen Schwankungen und Erschütterungen während des Fräsens ist der

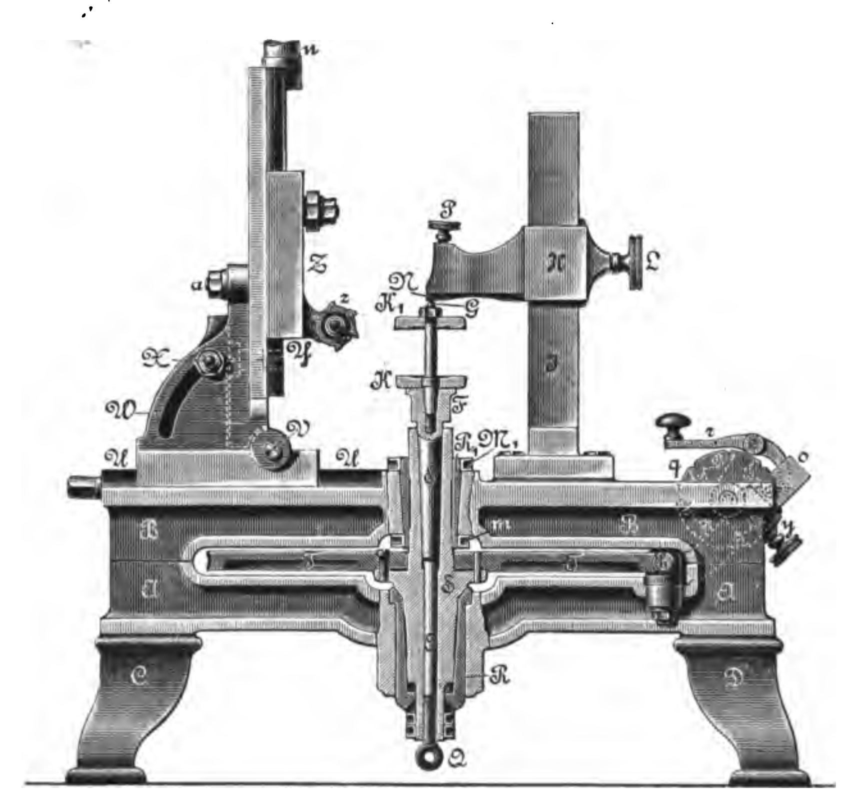


Fig. 13.

Dorn mit seinem in eine Spitze G auslaufenden Ende gegen den Reitstock H gelagert, der auf der parallel zur gemeinsamen Axe von S und E stehenden Schiene Z verstellt und mittels Klemmschraube L fixirt werden kann. Die Pressschraube P drückt nicht unmittelbar auf die Spitze G, sondern auf eine Feder N, in welche das der Spitze G als Lager dienende Trichtergesenk eingelassen ist; dadurch ist die Verwandlung eines starren in einen federnden Druck bezweckt. Die untere zylindrische Durchbohrung der Axe S nimmt einen Stift O auf, der beim Anziehen der Schraube Q den Dorn E aus seinem Lager hebt. Auf der sorgfältig bearbeiteten Oberfläche von B lässt sich der mit verschiedenen Drehungen und Verschiebungen ausgestattete Support auf einem Schwalbenschwanz-

schlitten 𝔘 in der Längsrichtung des Apparates verstellen. Sein oberer Theil kann um die Axe 𝔙 ebenfalls in der Längsrichtung geneigt und mittels des im Bogenschlitze 𝔚 gehenden Bolzens 𝔛 in jeder Lage festgeklemmt werden. Die Axe 𝔜 gestattet in der Querrichtung eine Neigung des Obertheiles auszuführen, der sich durch den Bolzen *a* im Bogenschlitz *b* feststellen lässt. Schliesslich lässt sich noch ebenfalls auf einer Schwalbenschwanzführung der Schlitten ℨ gegen die Oberfläche von 𝔅 hin bewegen; dieser Schlitten trägt die Zahnradfräse *s* und deren Spindel mit Schnurrad *o*, die in einem uförmig gebogenen Gestelle *g* des Schlittens ℨ zwischen verstellbaren Gesenkschrauben *c* und *d*, wie in Figur 14 ersichtlich, gelagert ist. Zur Einfräsung der Zahnlücken wird die Fräse, während sie sich selbst dreht, durch den Schlitten ℨ nach unten bewegt. Diese Bewegung geschieht mit Hilfe des Hebels *t* (Fig. 15 a. f. S.); eine in dem Hohlzylinder *u* angebrachte Feder strebt den Schlitten stets nach oben zu bewegen. Die Theilscheibe ist nach einer vorzüglichen Muttertheilung mit einer grossen Anzahl von Bohrungen versehen, die wie bei der Drehbankspindel auf Kreisen von verschiedenem Durch-

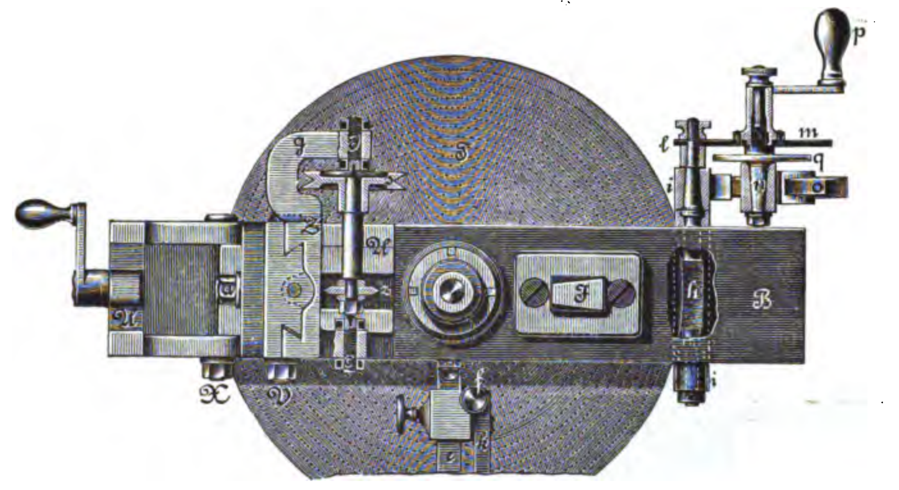


Fig. 14.

messer liegen, und kann mittels eines Federstiftes *f*, welcher auf der mit den Gestelltheilen 𝔄 und 𝔅 fest verbundenen Gleitbahn *e* radial verschoben und durch die Klinke *k* ausgehoben werden kann, nach jeder durch die betreffenden Bohrungen bedingten Theilung eingestellt werden. Für die Erreichung von Zahntheilungen, an deren Genauigkeit höhere Anforderungen gestellt werden, ist der Kranz der Theilscheibe mit einem Schneckengewinde versehen worden, welches durch Einfräsung nach einer von Wanschaff gelieferten Originaltheilung unter Einstellung nach einem Mikroskop erzeugt wurde. In diese Schnecke greift eine Schraube ohne Ende *h*, die in einem an dem Untertheile 𝔄 angebrachten Gestelle *i* so gelagert ist, dass sie in das Schneckengewinde eingelegt und aus demselben ausgehoben werden kann. Auf das hervorragende Ende dieser Schraube kann bei *l* ein Zahnrad gesteckt werden, welches durch ein zweites Rad *m* in Drehung versetzt wird; *m* sitzt auf einer zweiten zur Schraube parallelen Axe *n*, die sich durch Verschiebung auf einer Schiene *o* von der ersten entfernen und durch Klemmschraube *y* feststellen lässt, und dadurch die Einführung verschieden grosser Räder ermöglicht. Die Drehung von *m*

geschieht durch eine Kurbel p; auf derselben Axe sitzt nun noch eine zweite Scheibe q, welche mit acht Einschnitten versehen ist und durch eine Sperrklinke s nach einer Achteldrehung sich selbthätig feststellt. Durch Beigabe von 62 Wechselrädern ist man unter Zuhilfenahme dieser Einrichtung im Stande, sämmtliche Theilungen bis 107 und mit Ausnahme der Primzahlen sämmtliche übrigen bis 360 auszuführen.

Die Bethätigung der Maschine geschieht von einem Deckenvorgelege aus mittels Schnüren, die über die Rollen v und w geleitet sind; die Rolle v ist mit einem zylindrischen Schaft in dem zugehörigen Ständer beweglich und wird durch das Gewicht x stets nach unten gezogen, wodurch die Schnur auch bei der Verstellung des die Fräse tragenden Schlittens Z gespannt bleibt. Die Fräsemaschine ist auf ein leichtes Untergestell von Eisen gesetzt; die Deckplatte desselben ist von Eichenholz und trägt einen verschliessbaren Werkzeugkasten. Die Abmessungen der Maschine sind derart, dass bei einem Durchmesser der Theilscheibe von 370 *mm* Räder bis zu einem Durchmesser von 200 *mm* gefräst werden können; etwa noch vorhandene Theilungsfehler werden sich demgemäss stets verkleinern.

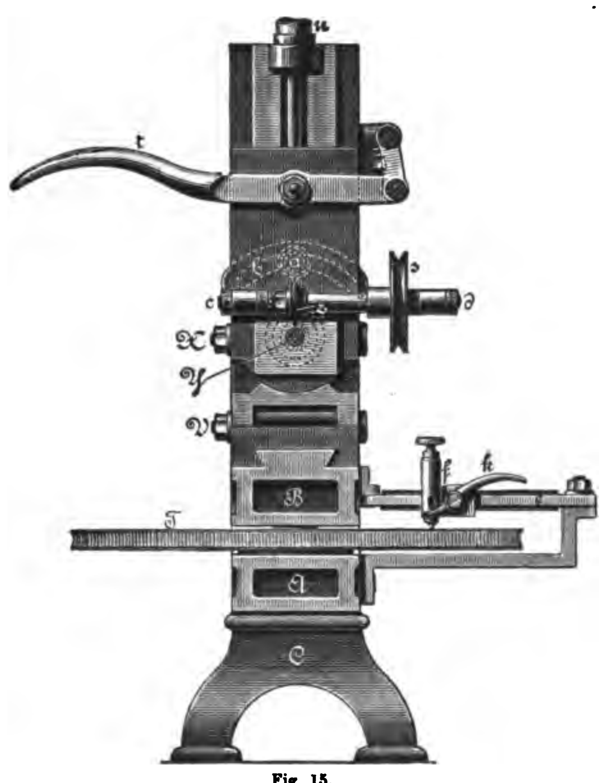


Fig. 15.

Soll die Maschine korrekt funktioniren, so müssen, wie anfangs schon entwickelt, durch die Konstruktion und Arbeit eine Anzahl Bedingungen erfüllt sein. Da die Maschine nur die Fräsearbeit, nicht aber das Bedrehen des Radkranzes verrichtet, so wird sie natürlich nur den für die erstere geltenden Bedingungen zu genügen haben, d. i. Genauigkeit der Theilung, Richtigkeit der Profilformen, konzentrische Lage derselben und zur Herstellung von Stirn-, Kegel-, Schrauben und Schneckenrädern Möglichkeit, den Schlitten Z parallel und schief zur Radaxe zu richten.

Die Genauigkeit der Theilung hängt, wie ebenfalls schon angedeutet, hauptsächlich von der Güte der Originaltheilung ab, dann aber auch von der Wahl der Mittel zu ihrer Uebertragung auf das Zahnrad. Als solche sind bei der vorliegenden Maschine der auch an der Drehbanktheilscheibe zur Verwendung kommende einfache „Index“ und ferner die Schneckenradübertragung angewendet, die unter Zuhilfenahme von Wechselrädern eine möglichst weitgehende Theilung zulässt. Die Güte der von Herrn Wanschaff gelieferten Originaltheilungen ist bekannt; ebenso lässt die Art des Kopirverfahrens — Einbohrung und Einfräsung nach mikroskopischer Einstellung auf einer besonders für diesen Zweck gebauten Maschine — keine Bedenken gegen die zu benutzende Theilscheibe aufkommen.

Die Einführung des Index für die Herstellung minder genauer Räder dürfte ebenfalls genügen. Die Zuhilfenahme einer Wechselradübertragung dagegen für die Drehung der Theilscheibe durch Schraube ohne Ende könnte Bedenken erregen; ist doch dadurch wiederum die leidige Fehlerquelle möglichenfalls unvollkommener Zahnräder gegeben; Schraube und Schnecke lassen sich genügend genau erzeugen, besonders wenn man die Schnecke nur durch Einfräsung herstellt und nicht mit einer Schraubenfräse „einlaufen“ lässt, wobei die letztere die Theilscheibe selbst bewegen muss und durch die kleinsten Schwankungen im Widerstande leicht Unregelmässigkeiten herbeigeführt werden können. Bei der Benutzung der Zahnräder jedoch muss man immer wieder fragen, wie sie entstanden sind. Aus diesen Gründen hat sich auch der Konstrukteur bereit erklärt, auf besondere Bestellung für die Erzeugung äusserst genauer Räder am Rande der Theilscheibe eine Originalsilbertheilung anzubringen, die nach zwei um 180° einander gegenüberstehenden korrigirbar mit dem Gestell verbundenen Mikroskopen eingestellt werden kann; zum Schutze gegen äussere Einflüsse wird für diesen Fall die Theilscheibe mit einer Einhüllung versehen, die nur an den nothwendigen Stellen unterbrochen und mit Glas überdeckt ist.

Die Richtigkeit der Profilform erheischt eine vorzügliche Fräse, wie z. B. diejenige von Raabe; sie muss nicht nur ein vorzügliches Profil haben, sondern dasselbe auch möglichst unverändert behalten, darf also nicht einer starken Abnutzung unterworfen sein. Von der Güte der Fräse hängt auch die konzentrische Lage der Zähne ab, ebenso von der Stärke der Axen. Bei der beschriebenen Maschine dürfte die Axe der Fräse genügend stark gewählt sein; die Bestimmung der Dicke für die Zahnradaxe ist Sache des Mechanikers und hängt von den übrigen Abmessungen des Apparates ab, für den die Zahnräder benutzt werden sollen. Es kann indessen nicht angelegentlich genug empfohlen werden, die Axen mit Rücksicht auf die Bearbeitung der Räder so günstig als möglich zu formen.

Es darf nicht unterlassen werden, an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass ebenso wie bei allen anderen Räderfräsemaschinen auch bei der vorliegenden keine Einrichtung getroffen ist, um die Lückentiefe einzustellen; dieselbe wird zumeist durch Versuche ermittelt, indem man zusammengehörige Räder mit den Händen auf einander abwälzt und dabei beobachtet, ob sie sich nicht zwängen. Die Oberflächlichkeit dieses Verfahrens braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden; es ist ebenso zu verwerfen als z. B. die Anwendung einer schlechten Fräse oder ungenauen Theilung, da ja durch ein geringes Tieferfräsen der Theilkreis eine andere als die beabsichtigte Grösse erhält, also das konstruirte Profil für ihn nicht mehr passt und dadurch ein korrektes und zwangfreies Miteinanderarbeiten der Räder ausgeschlossen ist. Die Schwierigkeit einer solchen Einrichtung soll damit nicht unterschätzt, vielmehr nur die Nothwendigkeit festgestellt und die Anregung, sie zu ersinnen, gegeben werden.

Für die Parallelität der Zahnaxen der Stirnräder mit der Radaxe muss die Möglichkeit geboten sein, die Zahnfräse parallel der Radaxe zu verschieben. Diese Bedingung kann nur dadurch erfüllt werden, dass an der Maschine die Axe 𝔖, die Säule ℨ und der Schlitten 𝔛 parallel und, da ℨ zweckmässig rechtwinklig auf der Oberfläche von 𝔅 steht, senkrecht ausgerichtet sind. Die Axe und die Säule können mit leichter Mühe durch die Arbeit in die vorgeschriebene Lage gebracht werden; den vielfach verstellbaren Schlitten richtet man am ein-

fachsten zu ihnen parallel mit der sogenannten rechtwinkligen Libelle, nachdem man zuvor das Gestell horizontirt hat. Zur Erwägung erlaubt sich der Verfasser dem Konstrukteur anheimzugeben, ob nicht für ein sicheres Arbeiten die Theilkreis- und Radaxe etwas einfacher gestaltet werden könnte; sie ist jetzt aus drei Theilen gebildet, deren Axen für eine korrekte Funktion unbedingt zusammenfallen müssen; für den Fall, dass dieser sehr schwierig zu erfüllenden Anforderung wirklich genügt ist, kann doch noch bei Herausnahme des Dornes 𝔈 durch Einführung eines Staubkörnchens die richtige Lage gestört werden. Aus demselben Grunde dürfte es sich auch empfehlen, die federnde Platte 𝔐 auszuschliessen, deren Gesenk sich bei Zustellung der Schraube 𝔉 nicht in der Richtung der gemeinsamen Axe, sondern in einem Kreisbogen bewegt, so dass die Axe aus ihrer korrekten Lage herausgezwängt wird. Lässt man nach Ausschluss der Platte 𝔐 die Schraube 𝔉 direkt auf die Spitze 𝔊 drücken, so ist nicht zu vernachlässigen, dass dadurch eine neue Schwierigkeit in die Konstruktion eingeführt wird, denn auch die Axe dieser Schraube muss mit derjenigen der Theilscheibe zusammenfallen.

Die Universal-Räderfräsemaschine von Sponholz & Wrede eignet sich ganz vorzüglich nicht nur zur Erzeugung von Stirnrädern, sondern auch von Kegel-, Schrauben- und Schneckenrädern. Für die Herstellung von grad- und schrägzähnigen Trieben dürfte sie von anderen besonders hierfür konstruirten Einrichtungen übertroffen werden, deren Beschreibung sich Verfasser für eine folgende Mittheilung vorbehält.

Der Photochronograph des Georgetown College Observatory.

Von
Dr. **Otto Knopf** in Jena.

Es ist in dieser Zeitschrift schon wiederholt darauf hingewiesen worden, von welcher Wichtigkeit es wäre, die besonders bei astronomischen Beobachtungen auftretende persönliche Gleichung zu beseitigen. Bekanntlich bezeichnet man mit diesem Ausdruck das Zeitintervall zwischen dem Moment des Eintrittes eines Ereignisses und dem Moment, in welchem der Beobachter das zur Bestimmung dieses Zeitpunktes dienende Signal abgiebt. Betrachtet z. B. ein Astronom den Durchgang eines Sternes durch das Fadennetz eines Fernrohres, so wird von dem Augenblick, wo das Sternscheibchen durch einen der Fäden halbirt wird, erst noch eine wenn auch kurze Zeit verstreichen, bis das auf der Netzhaut des Beobachters entstandene Bild des in dieser Stellung befindlichen Sternes dem Beobachter zum Bewusstsein gekommen ist. Der Zeitmoment, welchen der Beobachter für den des Durchganges des Sternes durch den Faden hält, wird daher im Allgemeinen etwas später liegen als der des wirklichen Durchganges. Benutzt der Beobachter einen Chronographen, so hat er auch noch eine gewisse [illegible] Entschluss, jetzt auf den Taster zu drücken, und zur Bewegung [illegible] Muskeln nöthig. Die persönliche Gleichung oder der persön[illegible] man hieraus sieht, von der Beobachtungsmethode abhängig [illegible] die verschiedenen Beobachter je nach der Schnelligkeit [illegible] Leitungsvermögens der motorischen Nerven verschieden; [illegible] achter wird sie nicht stets von gleicher Grösse sein, so [illegible]

blicklichen Zustand, wohl auch von der Lage des Kopfes und ähnlichen Umständen abhängen; ferner ist die Helligkeit des beobachteten Sternes, sowie die Geschwindigkeit, mit welcher er das Gesichtsfeld durchläuft, von Einfluss auf ihren Werth. Endlich ist sie auch im Laufe der Jahre für denselben Beobachter häufig einer Aenderung unterworfen. So war nach Gretschel's *Lexikon der Astronomie* der Unterschied der persönlichen Gleichungen von Bessel und W. Struve im Jahr 1814 gleich Null, im Jahr 1821 dagegen 0,80 und 1823 sogar 1,04 Sekunden.

Wenn nun auch durch eine sorgfältige Diskussion der Beobachtungen die Unterschiede der persönlichen Gleichungen für die einzelnen Beobachter, für die verschiedenen Sternhelligkeiten, für die verschiedenen Deklinationen der Sterne u. s. w. möglichst eruirt und bei der Bearbeitung der Beobachtungen berücksichtigt werden, so bleibt das Resultat, z. B. der Ort eines Sternes an der Himmelskugel, doch mit einem dem mittleren Werth der persönlichen Gleichung entsprechenden Fehler behaftet. Bedenkt man nun, dass die von anderen Umständen, wie Instrumentalfehlern, herrührende Unsicherheit in der Beobachtung z. B. eines Sterndurchganges einige wenige Hundertel der Zeitsekunde nicht übersteigt, so sieht man, dass das Streben der Astronomen, bei derartigen Beobachtungen wie Zeitbestimmungen, Positionsbestimmungen von Sternen mittels Durchgangsbeobachtungen, bei Beobachtungen von Finsternissen, Sternbedeckungen u. s. w. jetzt darauf gerichtet sein muss, den persönlichen Fehler, der in der Regel das Mehrfache jenes anderen Fehlers beträgt, zu vermeiden.

Nebenbei sei hier noch erwähnt, dass systematische persönliche Fehler nicht nur bei der Fixirung von Zeitmomenten auftreten, sondern beispielsweise auch bei Einstellung eines Sternes in die Mitte zwischen zwei parallele Fäden, indem manche Beobachter regelmässig in demselben Sinne, entweder nach rechts oder links, nach oben oder unten von der richtigen Einstellung abweichen; ein anderer nicht selten vorkommender, auf Astigmatismus des Auges zurückzuführender Fehler ist der, dass ein Beobachter die Distanz zweier Sterne, je nachdem sie horizontal oder vertikal zu einander stehen, verschieden misst. Von dieser Art persönlicher Fehler, welche nur eine geringere Bedeutung haben im Vergleich zu den bei der Fixirung von Zeitmomenten, insonderheit bei Durchgangsbeobachtungen vorkommenden, sei hier abgesehen.

Zur Beseitigung des persönlichen Fehlers giebt es zwei Wege. Erstlich kann man seinen Betrag zu bestimmen suchen und ihn bei der Reduktion der Beobachtungen in Abzug bringen oder man muss die Beobachtung so einrichten, dass er überhaupt nicht auftritt. Dem ersteren Verfahren dienen die Apparate von Kaiser, Bakhuyzen, Wislicenus (s. *diese Zeitschr. 1889. S. 177*) und mehrerer anderer Astronomen, auch der verwandten Zwecken dienende Heele'sche Apparat (*diese Zeitschr. 1887. S. 241*) sei hier erwähnt. Den anderen Weg schlagen Braun (s. *diese Zeitschr. 1887. S. 249*) und Repsold (*diese Zeitschr. 1888. S. 183* und *1890. S. 264*) ein, indem sie dem Okularkopf oder auch dem ganzen Instrument innerhalb gewisser Grenzen eine Bewegung ertheilen, bei welcher durch elektrische Kontakte die jeweilige Lage der Kollimationslinie des Fernrohres angezeigt wird; die Beobachtung eines Durchganges wird so auf eine Einstellung des Sternes auf einen relativ zu ihm ruhenden Faden zurückgeführt. Für die Beobachtung plötzlich eintretender Erscheinungen, wie das Aufleuchten eines vorher vom Mond bedeckten Sternes, schlägt Langley eine im *Jahrgang 1890 dieser Zeitschrift S. 32* besprochene Einrichtung vor.

Auf eine neue, man könnte sagen recht zeitgemässe Art sucht Prof. G. A. Fargis, Beobachter des *Georgetown College Observatory* in den Vereinigten Staaten, die persönliche Gleichung bei Durchgangsbeobachtungen zu vermeiden, nämlich mit Hilfe der Photographie. Zwar haben auch Andere, z. B. Faye in Paris, schon diese Idee verfolgt, einen wirklich brauchbaren Apparat hat aber wohl erst Fargis konstruirt. Er lässt nämlich den Stern auf einer in der Fokalebene des Durchgangsinstrumentes befindlichen photographischen Platte in gewissen Intervallen sich photographiren und misst die Entfernungen dieser Bildpunkte von der Kollimationslinie (dem Mittelfaden), welche gleichfalls auf die Platte photographirt worden ist, unter dem Mikroskop aus. Des Näheren ist die Einrichtung folgende:

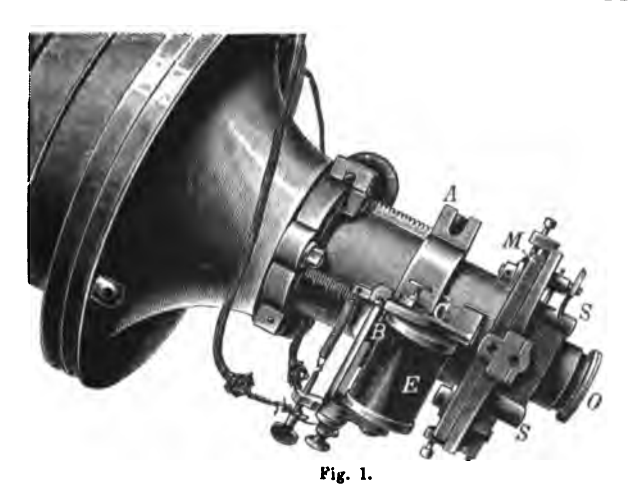


Fig. 1.

Um das zu den Durchgangsbeobachtungen benutzte Fernrohr ist unweit des Okulares ein Messingring *A* gelegt (s. Fig. 1 u. 2), der, um leicht angebracht und abgenommen werden zu können, aus zwei um ein Scharnier drehbaren Hälften besteht, welche das Fernrohr umfassen und mit einander verschraubt werden. Dieser Ring trägt einen Elektromagneten *E*, welcher jede Sekunde in Folge eines durch die Uhr hergestellten Kontaktes einen Anker *B* auf die Dauer von $^9/_{10}$ Sekunden anzieht und während $^1/_{10}$ Sekunde loslässt. An dem Anker ist ein Stahlstreifen *C* von 0,2 *mm* Dicke und 2 *mm* Breite angelöthet; er ist durch einen Spalt des Fernrohres hindurchgeführt und reicht über das ganze Gesichtsfeld hinweg. In der Fokalebene der photographisch wirksamen Strahlen befindet sich an Stelle eines Fadennetzes, welches bei der Annäherung der photographischen Platte leicht der Zerstörung ausgesetzt wäre, eine Glasplatte mit einem oder mehreren vertikalen und einem horizontalen Strich. Der letztere wird mit Hilfe von Korrektionsschräubchen der Bewegungsrichtung der Sterne parallel gestellt, zu welchem



Fig. 2.

Zweck man bekanntlich einen dem Aequator nahe gelegenen Stern auf den Strich einstellt und zusieht, ob er während seines Durchganges durch das Gesichtsfeld auf demselben bleibt. Hat man dies erreicht, so stellt man den Stahlstreifen dem Strich parallel, so dass der Abstand zwischen beiden nur einen Bruchtheil eines Millimeters ausmacht. Auf dem die Glasplatte umschliessenden Metallrahmen *M*

sitzen von vier Stiften *S* getragen zwei Führungsschienen *F* für das Okular *O* auf, welches längs derselben verschoben wird, wenn man die Stellung der Glasplatte oder die des Stahlstreifens korrigiren will. In den Raum zwischen der Glasplatte mit dem Strichnetz und dem Okular wird die photographische Platte eingeschoben und durch Holzklammern *H* gegen die erstere gedrückt, so dass keine parallaktische Verschiebung des Sternbildes gegen das Bild des Strichnetzes eintreten kann. Bei der photographischen Aufnahme eines Sterndurchganges wird nun während der $^1/_{10}$ Sekunde, die der Elektromagnet nicht wirkt, ein Bild des Sternes auf der Platte entworfen, während der übrigen $^9/_{10}$ aber nicht, weil in Folge der Anziehung des Ankers durch den Elektromagneten der Stahlstreifen in den Strahlengang getreten ist. Es entsteht so auf der Platte eine Reihe von Punkten (s. Fig. 3). Um die Zugehörigkeit der verschiedenen Bildpunkte zu den einzelnen Sekunden leicht herausfinden zu können, ist die Einrichtung so getroffen, dass die den Sekunden 29, 57, 58, 59 entsprechenden Punkte ausfallen.

Hat der Stern das Gesichtsfeld passirt, so erübrigt es noch, ein Bild des vertikalen Striches der Glasplatte auf die photographische Platte zu entwerfen,

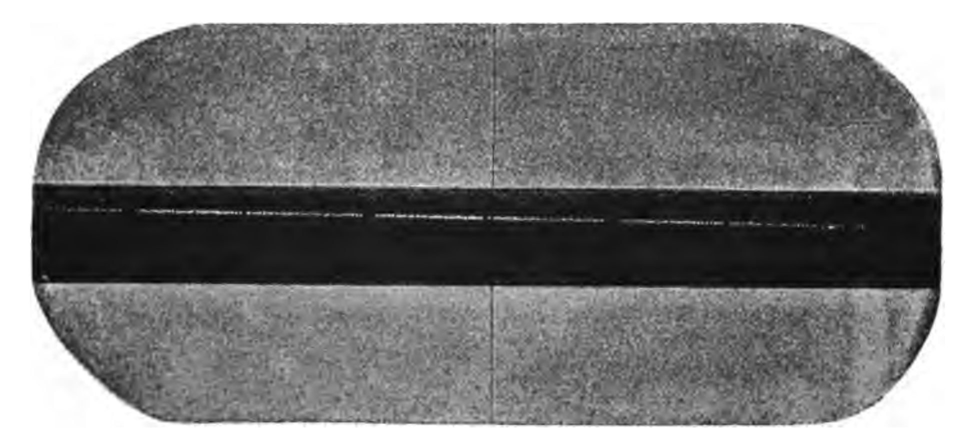


Fig. 3.

um die Lage der einzelnen Sternbilder gegen die Kollimationslinie des Fernrohres bestimmen zu können. Zu diesem Zweck wird die Uhr ausgeschaltet, ein permanenter Strom durch den Elektromagneten geschickt und nun vor das Objektiv des Fernrohres auf kurze Zeit eine Handlampe gehalten. Man bekommt so ein dunkles Bild des Striches auf hellem Grunde, nur der von dem Stahlstreifen verdeckte Theil der Platte, auf welchem sich die Punktreihe befindet, bleibt schwarz. Um späterhin über die Lage der Platte während der Aufnahme nicht in Zweifel zu sein, ist seitlich vom Strichnetz in einer Ecke eine Marke, etwa ein Tintentupfen gemacht, welcher sich zugleich mit dem Strichnetz auf die Platte photographirt. Nachdem man die Platte entwickelt hat, was allerdings bei den schwachen Lichteindrücken in der Regel $1^1/_2$ bis 2 Stunden erfordert, misst man unterm Mikroskop die Entfernungen der Bildpunkte vom Vertikalstrich aus, wobei die Unterbrechung des letzteren in der Breite des dunklen Streifens sich nicht weiter störend geltend macht.

Um Erschütterungen des Fernrohres durch das Aufschlagen des Ankers auf den Elektromagneten zu vermeiden, ist um das obere Ende des letzteren ein Gummiring gelegt und in der That soll bei Anwendung dieser Vorsicht auf den

Photogrammen keine Spur von Erschütterung wahrzunehmen sein. Wäre dies der Fall, so müsste der Apparat statt mit dem Fernrohr fest verbunden, nur neben dieses gestellt werden.

Das Schlagen der Uhr und das Niederfallen des Ankers, sowie das Zwischentreten des Stahlstreifens in den Strahlenkegel ist, wenn man für eine möglichste Verminderung der Reibung Sorge trägt, als gleichzeitig erfolgend anzunehmen, wie man sich leicht überzeugen kann.

Bei der Wahl der photographischen Platten kommt natürlich die Helligkeit des aufzunehmenden Sternes, sowie die Geschwindigkeit, mit der er sich durch das Gesichtsfeld bewegt, in Betracht. Für Sterne 1. Grösse von geringerer Deklination als 30° werden Carbutt's oder Seed's (Philadelphia) Nr. 23 empfohlen; für Sterne gleicher Grösse, aber höherer Deklination, also langsamer sich bewegende Sterne Carbutt's Nr. 27. Für Sterne 2. Grösse von geringerer Deklination als 30° eignet sich Cramer's (St. Louis) Nr. 40 und Carbutt's Nr. 27, bei höherer Deklination eine etwas weniger empfindliche Platte. Für Sterne zwischen 2,0. und 3,5. Grösse von über 30° Deklination ist schon eine sehr empfindliche Platte nöthig, und für Sterne dieser Grösse von geringerer Deklination, sowie für Sterne 4. Grösse genügen selbst die allerempfindlichsten Platten nicht immer. Mit den Cramer'schen „C"-Platten gelangen Aufnahmen von Sternen 4. Grösse über 30° Deklination und von Sternen 3,3. Grösse bis zum Aequator. In der Aufnahme schwacher Sterne würde wahrscheinlich dadurch ein Fortschritt zu erzielen sein, dass man die Belichtungszeit auf mehr als $^1/_{10}$ Sekunde ausdehnt. So könnte man z. B. die Belichtung $^9/_{10}$ Sekunde und die Absperrung des Lichtes $^1/_{10}$ Sekunde lang stattfinden lassen. Versuche sind nach dieser Richtung hin bisher noch nicht genügend angestellt worden.

Zur Bestimmung des Kollimationsfehlers muss man sich, da das Strichnetz nicht in den Fokus der sichtbaren Strahlen eingestellt ist, ebenfalls der photographischen Methode bedienen, am besten, indem man die Fadensysteme zweier auf einander eingestellter Kollimatoren sich im Fernrohr photographisch abbilden lässt.

Da es erwünscht ist, jederzeit wissen zu können, an welcher Stelle der Platte der Stern sich befindet, besonders bei seinem Eintritt und Austritt, so ist mit dem Fernrohr noch ein Sucher *P* verbunden.

Die Genauigkeit, die Fargis bei seinen Aufnahmen erzielt, ist eine sehr befriedigende, indem der wahrscheinliche Fehler der Zeit eines Sterndurchganges für die Deklination von 45° sich zu ungefähr 0,015 Sekunden ergiebt, genauer als bei der Beobachtung mit dem Auge. Jedoch nicht in der grösseren Genauigkeit, sondern in der Vermeidung des persönlichen Fehlers liegt der Vorzug der photographischen Methode. Gewiss wäre es sehr erwünscht, die Methode noch in weiteren Grenzen, namentlich auf schwächere Sterne als 4. Grösse anwenden zu können; die Möglichkeit ist jedoch jetzt schon vorhanden, dadurch dass man die schwächeren Sterne durch die seither üblichen Methoden, am besten auch wieder photographisch an die vierter Grösse anschliesst, die Oerter der Sterne und in Folge dessen auch die Bestimmung der Zeit unbeeinflusst von der persönlichen Gleichung zu erhalten.

In Nr. 3058 der *Astronomischen Nachrichten* schlägt Professor Hagen, der Direktor der Georgetowner Sternwarte, die Anwendung des Photochronographen auch noch für andere Zwecke als den ursprünglichen vor. So würde sich z. B. mit Hilfe des Apparates der Uebelstand beseitigen lassen, dass bei der Aufnahme

eines von schwachen Sternen umgebenen hellen Sternes dieser letztere überexponirt wird, wenn die ersteren, von denen sein Abstand etwa zum Zweck der Parallaxenbestimmung gemessen werden muss, auf der Platte sichtbar sein sollen. Man würde zu diesem Behuf den Apparat an einem durch ein Uhrwerk bewegten Aequatoreal anbringen und vermöge der über das Gesichtsfeld reichenden Zunge den hellen Stern nur in gewissen Intervallen seine Strahlen auf die Platte werfen lassen.

Bei helleren Doppelsternen glaubt Hagen auch durch Aufnahme von Durchgängen in der erstbeschriebenen Weise zu Schlüssen über den während der Aufnahme wechselnden Einfluss der Luft und dergl. gelangen zu können, indem er die Sterndistanzen bei den in den verschiedenen Sekunden aufgenommenen Bildern mit einander vergleicht.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ausstellung Amerikanischer astronomischer Instrumente in Chicago.

Seitens Amerikanischer Astronomen wird, wie wir der Zeitschrift *Astronomy and Astrophysics* entnehmen, eine Sonderausstellung astronomischer Instrumente und Apparate gelegentlich der Weltausstellung in Chicago geplant. Da hervorragende Amerikanische Firmen, wie Warner & Swasey, J. A. Brashear, Alvan Clark u. A. ihre Mitwirkung zugesagt haben, so verspricht die Ausstellung sehr interessant zu werden. Es ist schon jetzt ziemlich sicher, dass ein Refraktor von 20 *Zoll* Oeffnung, zwei von 12 *Zoll* und mehrere kleinere Refraktoren und Spiegelteleskope aller Art ausgestellt sein werden. Die Firma J. A. Brashear wird ihre Spektroskope, Gitter und Prismen vorführen. Zwei grosse Kuppeln werden für die Ausstellung gebaut; ein volles Modell des *Lick-Observatory* ist für denselben Zweck in Arbeit. Der grossen Bedeutung der Photographie für die astronomische Forschung soll in umfassender Weise Rechnung getragen werden. *Lick Observatory, Harvard College Observatory* und Prof. Rowland haben Sammlungen ihrer wichtigen photographischen Aufnahmen angemeldet. Photographien aller auf den Amerikanischen Sternwarten befindlichen Refraktoren, Spektroskope und anderer Hilfsapparate werden ausgestellt werden. Die Amerikanische Litteratur auf astronomischem Gebiete soll vollständig vertreten sein.

Angesichts dieser umfassenden Vorbereitungen und mit Rücksicht auf die hohe Bedeutung der astronomischen Technik in Amerika dürfte es für die hervorragenden Deutschen Firmen, welche astronomische Instrumente und Apparate verfertigen, nahe liegen, der Sammelausstellung, welche seitens der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik innerhalb der Ausstellung des Deutschen Reiches geplant wird, nicht fern zu bleiben.

Mathematische Ausstellung in Nürnberg.

Die „Deutsche Mathematiker-Vereinigung“ veranstaltet im Anschluss an die diesjährige Naturforscherversammlung in Nürnberg eine fachtechnische Ausstellung; dieselbe umfasst Modelle, Apparate und Instrumente, die der Forschung und dem Unterricht in der reinen und angewandten Mathematik dienen. Aus dem Gebiete der angewandten Mathematik sollen nur diejenigen Apparate, Modelle u. s. w. Aufnahme finden, bei denen das rein mathematische Interesse im Vordergrunde steht. Die Eintheilung der Gruppen ist vorläufig folgende:

I. Geometrie und Funktionentheorie: Modelle für den Elementarunterricht in Geometrie, speziell in Stereometrie, Trigonometrie, darstellender Geometrie. Polyeder; Polygon- und Polyedertheilung von Flächen und Räumen. Ebene Kurven. Raumkurven und abwickelbare Flächen. Flächen zweiter Ordnung. Höhere algebraische Flächen. Transzendente Flächen. Modelle zur Liniengeometrie, Krümmungstheorie, Funktionentheorie, *Analysis situs*.

II. Arithmetik, Algebra, Integralrechnung: Rechenmaschinen, Rechenschieber, Rechenscheiben. Apparate zum Auflösen von Gleichungen und zur Konstruktion funktioneller Abhängigkeiten. Kurvometer, Planimeter, Integraphen, Apparate zum Auflösen von Differentialgleichungen.

III. Mechanik, Mathematische Physik: Modelle für den Elementarunterricht. Kinematische Modelle; Apparate zur mechanischen Erzeugung und Abbildung von Kurven und Flächen. Pantographen, Perspektographen. Apparate zur Demonstration von Prinzipien der Mechanik. Gleichgewicht und Bewegung eines materiellen Punktes. *Poinsot*-Bewegung eines Körpers; Apparate zur Darstellung von Präzession und Nutation, Kreiselbewegung, Gyroskope. Modelle und Demonstrationsobjekte zur Druck- und Zug-, Biegungs- und Torsionsfestigkeit. Modelle zur Veranschaulichung elastischer Eigenschaften (insbesondere der Krystalle) Apparate zur Darstellung hydrodynamischer Vorgänge. Räumliche Darstellungen und mechanische Apparate zur Versinnlichung physikalischer Zustände und Vorgänge (z. B. Saitenschwingung, Wellenbewegung, Gesetze der Verbreitung von Schall und Licht, thermodynamische und elektrodynamische Zustände und Vorgänge).

Die Anmeldungen zur Ausstellung waren bis spätestens 1. Juli einzureichen. Die Mittheilung über die Ausstellung ging der Redaktion für das vorige Heft leider zu spät zu, so dass wir unseren Lesern vor dem letzten Anmeldungstermine nicht mehr Mittheilung machen konnten. Anmeldungen werden jedoch gleichwohl noch angenommen und wir geben denjenigen unserer Leser, welche sich an der Ausstellung zu betheiligen gedenken, anheim, sich an Herrn Prof. Dr. W. Dyck in München, Hildegardstr. 1 zu wenden.

Referate.

Neuer Kreiselapparat (*Gyroscope alternatif*).

Von G. Sire. *Compt. Rend.* ***112.*** *S. 155. (1891.)*

Der Apparat besteht aus einem sehr leichten Ringe mit Nut, in welcher sich ein am Ringe befestigter Faden in mehreren Lagen aufwickeln lässt. In dem Ringe ist ein Kreisel gelagert, der in üblicher Weise durch Schnurabzug in schnelle Rotation versetzt wird. Hält man alsdann den Faden an seinem freien Ende, so senkt sich die Rolle langsam, während die ganze Vorrichtung zugleich um den Faden rotirt. Sobald die Kreiselaxe dem Faden nahezu parallel geworden ist, tritt für einen Augenblick eine schnelle Senkung ein, worauf dann der vorige Vorgang sich wiederholt, jedoch unter Umkehrung des Drehungssinnes der Rotation um den Aufhängungsfaden, da ja nunmehr der Drehungssinn des Kreisels in Bezug auf den Aufhängefaden der entgegengesetzte ist

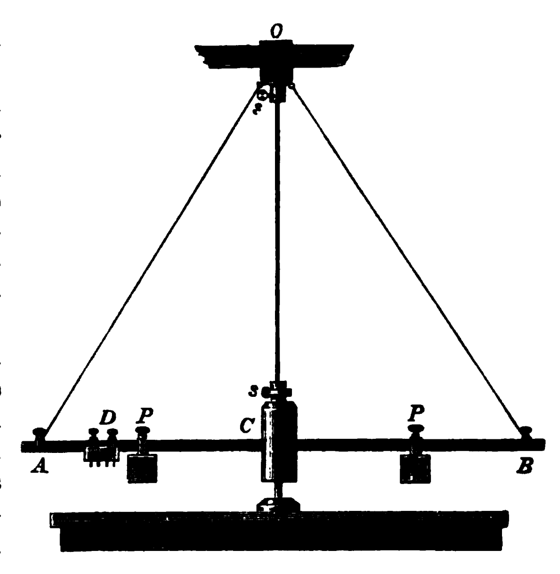
Pensky.

Torsionspendel.

Von Bouty. *Ann. de Chim. et de Phys. VI.* ***24.*** *S. 400. (1891.)*

Bei einer grösseren Arbeit über die dielektrischen Eigenschaften des zur Herstellung von Kondensatoren gebrauchten Glimmers, bediente sich Verf. zur Herstellung der Kontakte von genau bestimmter kurzer Dauer von weniger als 5 bezw. 2 *Sekunden* der folgenden nebenstehend abgebildeten Vorrichtung, welche wegen ihrer Verwendbarkeit für

ähnliche Zwecke auch für unsere Leser Interesse bieten dürfte. Die Vorrichtung bildet ein Horizontalpendel, das durch die Torsion eines 5 *mm* starken, 1200 *mm* langen Stahldrahtes *s s* bethätigt wird, welcher mit seinen Enden in Hülsen eingeklemmt und darin verlöthet ist. Das obere Klemmstück *O* wird von einem festen Träger gehalten; die untere Klemme sitzt in einem mit Blei beschwerten massigen Zylinder *C*, welcher an seitlichen Bewegungen durch einen kurzen von unten her in eine Bohrung von *C* passenden und auf einem Träger befestigten Zapfen gehindert wird. Senkrecht zu der vertikalen Torsionsaxe durchsetzt den Kupferzylinder ein darin verlöthetes starkes Lineal *A B* von Eisen, dessen Enden zur Vermeidung von Vertikalschwingungen mittels gespannter Drähte an einem die obere Klemme umfassenden Ringe aufgehängt sind. Durch verschiebbare Laufgewichte *P P* lässt sich die Schwingungsdauer des Pendels passend variiren.



Mittels dieser Vorrichtung werden die elektrischen Verbindungen durch starke ∩ förmig gebogene, an den Enden fein zugespitzte Platindrähte hergestellt, die, in Paraffinplatten eingelassen, an einer längs *A B* verschiebbaren Ebonitplatte *D* befestigt sind. Die Platinspitzen müssen durch Waschen mit Alkohol sehr rein gehalten und häufig mit feinem Schmirgelpapier abgerieben werden. Zur Regelung der Kontaktdauer wurden Paare von Porzellannäpfchen verwendet, von denen eines gegen das andere in der Richtung senkrecht zur Linie *A B* mittels Mikrometerschraube verschiebbar ist. Auf diese Weise kann man jede Kontaktdauer herstellen, hat aber dabei einen Uebelstand, der allen Quecksilberkontakten gemeinsam ist, zu berücksichtigen. Dieser besteht in der Verlängerung der Kontaktdauer durch den Wulst, welchen die Platinspitze beim Durchfurchen der Quecksilberoberfläche vor sich her treibt. Wenn man diese Verlängerung der Kontaktdauer, welche bis zu 0,003 *Sek.* betragen kann, durch Versuche für sich ermittelt und in Rechnung bringt, kann man die mittels der Vorrichtung eingestellte Schliessungsdauer als auf eine halbe tausendstel *Sekunde* bekannt ansehen. *Pensky.*

Neuer gyroskopischer Apparat.

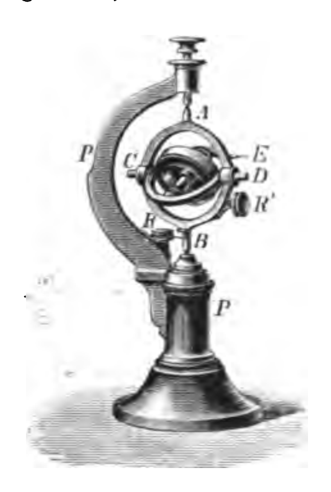
Von G. Sire. *Compt. Rend.* ***112.*** *S. 638. (1891.)*

Wird ein rotirender Kreisel gezwungen, sich um zwei zu einander rechtwinklige Axen zu drehen, so erhält man eine abwechselnde Drehung um eine dieser Axen, sobald die Kreiselaxe sich ihr parallel stellt und beide Rotationen in demselben Sinne erfolgen. Ueber einen einfachen Apparat des Verfassers, welcher die Umkehr des Drehungssinns zeigt, vergl. das Referat auf voriger Seite. Bei anderen Apparaten, welche zum Nachweise dieser Erscheinung konstruirt wurden, wird die Umkehrung der Rotationsrichtung entweder mittels der Hand oder durch ein elastisches Kautschukband bewirkt; ersteres ist subjektiv, letzteres unzureichend, indem wegen der schnell wachsenden Spannung des Gummibandes beim Ausziehen die Dauer der zu beobachtenden Umkehrungen sehr kurz ist. Vor allem zeigen die bisher bekannten Apparate nicht, dass die Umkehrungen wechselseitige sind.

Der in Rede stehende neue Apparat, welcher die Vorgänge in einfacher Weise und hinlänglicher Dauer der Beobachtung zugänglich macht, stellt, wie umstehende Figur erkennen lässt, einen Bohnenberger'schen Rotationsapparat in wenig abgeänderter

Form dar. Jede der beiden Axen AB und CD kann der Einwirkung einer in einem Federhäuschen R und R' untergebrachten Feder ausgesetzt werden, indem auf jede der Federtrommeln eine feine Darmsaite aufgewickelt ist, deren freies Ende an der Axe, welche bethätigt werden soll, befestigt wird. Der Trommeldurchmesser beträgt etwa das Dreifache des Durchmessers der Axe, und man kann die Schnur um letztere ohne zu starke Anspannung der Feder 8 bis 10 mal aufwickeln.

Bei der Benutzung des Apparates sind drei Fälle zu unterscheiden, je nachdem nur eine der beiden Federn R und R' oder beide zugleich auf die zugehörige Ringaxe zur Wirkung kommen. Im ersten Falle, wenn nur R auf die Vertikalaxe AB einwirken soll, wird die Schnurrolle von der Axe CD abgenommen und auf einen festen Stift E gesteckt, so dass die Axe CD unbeeinflusst bleibt. Man dreht dann mit der Hand das ganze System 8 bis 10 mal um die Axe AB, so dass sich die Schnur auf letztere aufwickelt. Ruht der Kreisel, so wird sich das System unter dem Einfluss der Feder in R schnell zurückdrehen, über die Anfangslage hinausschnellend die Feder im entgegengesetzten Sinne spannen u. s. f. und also eine hin und her gehende Drehbewegung erhalten. Versetzt man aber den Kreisel in schnelle Rotation, während die Schnur durch R angespannt und die Kreiselaxe gegen AB geneigt ist, so findet eine Drehung des Systems um AB erst statt, nachdem sich die Kreiselaxe so parallel zu AB gestellt hat, dass die Kreiseldrehung in demselben Sinne erfolgt, in welchem die Feder R die Axe AB zu drehen strebt. Hat sich die Parallelstellung beider Axen vollzogen, so kommt die Feder R zur Wirkung und das System dreht sich, bis die entgegengesetzte Federspannung dem Drehmoment das Gleichgewicht hält. Nunmehr beschreibt die Kreiselaxe um CD langsam einen Winkel von 180°, worauf das System, in welchem nun Kreiseldrehung und Federspannung wieder in demselben Sinne wirken, um AB im entgegengesetzten Sinne wie vorhin rotirt, u. s. f.



Lässt man im zweiten Falle nur die Feder R' auf CD wirken und hebt die Wirkung von R auf, so tritt eine Präzessionsbewegung um AB ein, deren Sinn sich umkehrt, sobald die Kreiselaxe, welche unter dem Einfluss von R' eine langsame Drehung um CD ausführt, durch die zu AB parallele Stellung hindurch geht. Lässt man drittens beide Federn R und R' durch Aufwickeln ihrer Schnüre auf die Axen AB und CD wirken, so findet eine Kombination beider Bewegungen statt. Es hört nun aber die Drehung des Systems um AB während der Kreiselaxendrehung nicht völlig auf, wie im ersten Falle, sondern es findet unter dem Einfluss der Federspannung von R' eine weitere langsame Drehung um AB unter Vergrösserung der Federspannung von R statt, bis die Kreiselaxe mit AB zusammenfällt, worauf die Drehung des Systems um AB ebenso wie im ersten Falle eintritt. Mit Rücksicht auf die Wechselwirkung, welche zwischen den wechselnden Drehbewegungen um AB und CD besteht, hat Verf. das Instrument *„gyroscope alternatif à mouvements réciproques“* genannt. *Pensky.*

Ein neuer Trockenapparat für die Elementaranalyse.

Von E. Sauer. *Chem. Berichte.* **25.** *S. 258.* *(1892).*

Anstatt der vielen Verschlüsse mit durchbohrten Stopfen, welche an den Trockenapparaten nach Glaser vorkommen, bietet der nach den Angaben von E. Täuher vom Verfasser hergestellte Apparat den Vortheil, dass die Ab- und Zuleitungsröhren der einzelnen Theile des Apparates angeschmolzen sind. Unter sich sind die letzteren mit Kautschukschlauch verbunden. Der Apparat wird von der Firma Max Kähler & Martini in Berlin angefertigt. *F.*

Neu erschienene Bücher.

Études sur les levers topométriques et en particulier sur la tachéometrie. Par Goulier. Paris. Gauthier-Villars. 1892. Gr. 8⁰. 542 S.

Dieses umfassende Werk des im vorigen Jahr gestorbenen Genie-Obersten C.-M. Goulier, der in seinem Vaterland als hohe Autorität in topographischen Dingen verehrt wurde, muss auch in dieser Zeitschrift besprochen werden, da es die in Frankreich zu topometrischen Arbeiten bevorzugten Instrumente eingehend beschreibt. Diese Instrumente weichen in manchen Beziehungen beträchtlich ab von den in Deutschland üblichen und es ist deshalb bei der folgenden kurzen Inhaltsangabe des Werkes auf einige dieser Instrumente etwas näher eingegangen worden.

Nach einer Skizze der tachymetrischen Methoden (die Franzosen bleiben bekanntlich bei tacheometrisch) und einer ausführlichen Theorie des Fernrohrs überhaupt und im besonderen des stadimetrischen Fernrohrs in den zwei ersten Kapiteln (es ist hier die hübsche Behandlung des anallatischen Fernrohrs mit einfachem und doppeltem Achromat als Objektiv hervorzuheben) giebt der Verfasser im 3. Kapitel eine Erörterung der Fehler, denen die tachymetrischen Messungen ausgesetzt sind. Das 4. Kapitel enthält eine eingehende Untersuchung der für die Topometrie in Betracht kommenden erdmagnetischen Verhältnisse: tägliche Variation der Deklination, örtliche Variation der Deklination, lokale Abweichungen der Deklinationsnadel, Berichtigung der Deklinationsnadel für Inklination, Studium der von der Spitze einer im Schwerpunkt aufgehängten Magnetnadel unter dem Einfluss der Deklinations- und Inklinationsvariationen beschriebenen Kurve. Im 5. Kapitel geht der Verfasser zu einer „Diskussion der Methoden“ über und behandelt: die allgemeinen Verhältnisse der tachymetrischen Arbeiten; das Nivellement; das Horizontalnetz, hergestellt durch Einschneiden und durch Stationirung; Bussolenzüge mit Auftragen derselben durch den Strahlenzieher; Theodolitzüge mit Berechnung der Ecken-Koordinaten; Stationirung mit Benutzung dreier Stative; Nivellementsnetz; Praktische Ergebnisse; Vertheilung der Schluss- oder Anschlusswidersprüche.

Das 6. Kapitel endlich enthält die Beschreibung der wichtigsten Instrumente: 1) Der „Tachymetertheodolit des Genie-Corps“, nach dem Entwurf von Goulier s. Z. von den Gebrüdern Brosset in Paris ausgeführt, steht auf einem Stativ, dessen Kopf grosse Verschiebungen des Instrumentes gestattet; es ist mit einem seitlichen Büchsenkompass (Spitzendeklinatorium) versehen: die Enden der Nadel sind aufgebogen und erscheinen, da zwischen vorderer und hinterer Spitze eine halbe Sammellinse eingeschaltet ist, gegen einander gekehrt und die weisse Spitze kann so leicht scharf zur Deckung mit dem Bild der blauen gebracht werden. Das Bild der Nadel und damit ihrer Schwingungen erscheint 6 bis 7 mal vergrössert und man erhält so mit der 50 *mm* langen Nadel dieselbe Orientirungsgenauigkeit wie sonst mit einer 300 bis 350 *mm* langen. Die Theilung des Limbus, entgegen dem Uhrzeigersinn beziffert und als Zylinderstirntheilung angeordnet, geht auf halbe Grade neuer Theilung und der Nonius liefert zweckmässigerweise nur noch 5`. Diese Theilung ist der bei uns üblichen alten, und am Horizontalkreis des Tachymeters fast stets zu weit getriebenen (1′) entschieden vorzuziehen. Der Höhenkreis hat seine Theilung, wie auch bei uns meist üblich, auf einem Kegel, dessen Mantellinien unter 50^g gegen die Kippaxe geneigt sind; für (positive) Höhenwinkel liest man die Neigung i, für Tiefenwinkel das Komplement der Neigung $(100-i)$ ab; die Ablesung geht bis auf 1`. Die Randklemme des Höhenkreises (mit trapezoidaler Form von Backe und Nut) hebt der Verfasser als besonders zweckmässig hervor. Mit dem Fernrohr seitlich fest verbunden ist eine Nivellirlibelle von 15 bis 20 *m* Krümmungshalbmesser; die zur Horizontalstellung des ganzen Instrumentes dienende feste Röhrenlibelle am Fernrohrträger hat 4 bis 6 *m* Krümmungshalbmesser. Das Fernrohr, anallatisch mit einfachem Objektiv, hat 28 *mm* Oeffnung, 265 *mm* Brennweite des Objektivs, 14 bis 15 fache Vergrösserung und Distanzmesserkonstante = 100. — Die zugehörige vertikal zu haltende Latte wird entweder mit rothweisser Feldertheilung, oder besser mit schwarzer Strichtheilung und

liegenden Zahlen (wie aus dem französischen Präzisionsnivellement von Lallemand bekannt, übrigens schon von Bourdalouë benutzt) ausgeführt. Statt dieser „Stadimeter"-Latte werden aber auch „Euthymeter" verwendet, mit Stellung der Theilung senkrecht zur Visur oder mit horizontalliegender Latte (Peaucellier und Wagner). — 2) Das zweite Instrument ist der schnellrechnende Tachymeter von Goulier. Der Hauptunterschied gegen 1) ist der, dass man hier nicht wie dort die Höhen- und Tiefenwinkel zur Höhenrechnung abliest, sondern eine Funktion dieser Winkel, nämlich $\sin i \cos i$; dieser Theil der Einrichtung ist also ähnlich wie bei dem Tichy-Starke'schen Instrument, in den übrigen Theilen bleibt aber im Gegensatz zu diesem Goulier bei dem alten Verfahren. Als Latte dient eine zusammenlegbare, deren Hauptpunkt 1 *m* über dem unteren Anfangspunkt der Theilung liegt und deren Bezifferung in diesem unteren Theil nach dekadischen Ergänzungen ausgeführt ist. — 3) ist eingehend beschrieben der Tachymeter für grössere Zielweiten (von Tavernier, bekanntlich lange Zeit dem einzigen Verfertiger brauchbarer Rechenschieber, ausgeführt). Der Unterbau einschl. Horizontalkreis und Deklinatorium ist wie bei den vorigen Instrumenten, das Fernrohr ist aber etwas kräftiger, es hat nämlich 20 fache Vergrösserung bei 32 *mm* Oeffnung; dem Höhenkreis liegt zur Balanzirung eine Scheibe gegenüber. Auch hier wird eine euthymetrische Latte verwendet. — 4) Das vierte Instrument ist ebenfalls für grosse Zielweiten bestimmt (bis 800 *m*), und nach Angaben von Goulier von Gebr. Brosset hergestellt; der Unterbau und Horizontalkreis ist etwas grösser als bei den vorigen (man kann 1' am Horizontalkreis schätzen), das Fernrohr hat 45 *mm* Oeffnung, 30 fache Vergrösserung und einfaches Objektiv; es ist nicht anallatisch und zwar zweckmässigerweise, weil die Berücksichtigung oder Weglassung der Additionskonstanten bei so langen Visuren oder bei Aufnahmen kleineren Maassstabes ganz gleichgiltig wird. Auch hier wird wieder eine besondere Latte benutzt, deren Einrichtung dem Referenten übrigens — ohne dass er seiner Ansicht beim Mangel praktischer Erfahrung mit dieser Latte Werth beilegen möchte — nicht besonders zweckmässig vorgekommen ist. — Für tachymetrische Stationirung mit drei Stativen (s. ob.) wird sodann ein Lattenhalter für horizontalliegende Latten beschrieben. — 5) Das nächste Instrument ist eine Tachymeterkippregel mit gebrochenem Fernrohr (*alidade holométrique à lunette coudée*), ebenfalls von Brosset gebaut; das Lineal hat nur 1 *mm* Dicke und 75 *mm* Breite, kann also selbstverständlich nicht zum unmittelbaren Aufsetzen von Fernrohr und Höhenkreis dienen, der Messtisch ist der bekannte mit Kugelschalenkopf der früheren Metzer Applikationsschule. — 6) Endlich folgt das entsprechende Instrument mit geradem Fernrohr und verschiedene kleine und Hilfsinstrumente, und auch ein topographischer Rechenschieber. —

Manches in dem ausgedehnten Werk, besonders in den Anhängen, lässt trotz der Sorgfalt des Herausgebers Bertrand fühlen, dass es sich um ein nach dem Tode des Verfassers erschienenes Buch handelt. Sein reicher, auf Erfahrung beruhender Inhalt sichert ihm aber auch in Deutschland die Beachtung aller derer, die Methoden und Instrumente der französischen Militärtopometrie kennen lernen wollen. *Hammer.*

J. Sack. Die elektrischen Akkumulatoren und ihre Verwendung in der Praxis. 240 S. mit 80 Abbildungen. Wien. M. 3,00, geb. M. 4,00.

J. Scheiner. Die Spektralanalyse der Gestirne. Berichtigungen. 3 S. Leipzig. (Wird den Käufern des 1890 erschienenen Werkes kostenlos geliefert.)

C. Heim. Die Einrichtung elektrischer Beleuchtungsanlagen für Gleichstrombetrieb. 503 S. mit 300 Abbildungen. Leipzig. M. 8,00, geb. M. 9,00.

Vereins- und Personennachrichten.

Die Präzisionstechnik und diese Zeitschrift hat zwei empfindliche Verluste zu beklagen. Zwei Männer sind aus dem Leben geschieden, denen unser Fach die verschiedenartigste Förderung verdankt.

Prof. K. H. Schellbach †. Am 29. Mai verschied im 88. Lebensjahre Professor K. H. Schellbach, langjähriger Lehrer der Mathematik am hiesigen Friedrich-Wilhelms-Gymnasium. Ein warmer Freund der Präzisionsmechanik, hat er mannigfache Anregungen zur Hebung derselben gegeben und war als früherer Lehrer des Kaisers Friedrich in der Lage, den mächtigen Einfluss dieses erlauchten Förderers der Wissenschaft mehrfach für unser Fach geltend zu machen. Bei der Begründung dieser Zeitschrift war er thätig und gehörte ihr als Mitherausgeber an. Von ihm sind die ersten Vorschläge zur Errichtung eines der Förderung der exakten Wissenschaften und der Präzisionstechnik zu widmenden Staatsinstituts ausgegangen, die schliesslich zur Begründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt führten.

Carl Bamberg †. Am 4. Juni verstarb unerwartet nach ganz kurzem Krankenlager der Mechaniker und Optiker Carl Bamberg, im kräftigsten Mannesalter von 45 Jahren. Sein Tod bedeutet einen schweren, kaum zu ertragenden Verlust für die Präzisionstechnik. Was er geleistet hat, welche Fortschritte auf dem Gebiete der astronomischen und geodätischen Instrumente, des Kompasswesens, der praktischen Optik seiner unermüdlichen Thätigkeit zu verdanken sind, ist unseren Lesern ausreichend bekannt. An der Begründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, deren Kuratorium er angehörte, hat er regen Antheil genommen, wie er auch allen auf Hebung und Förderung der Präzisionstechnik gerichteten Bestrebungen ein lebhaftes Interesse widmete. Als Mitherausgeber dieser Zeitschrift war er seit dem Erscheinen derselben thätig und die Zeitschrift verdankt ihm mancherlei Anregung. Daneben konnte seine geschäftliche Rührigkeit und Umsicht für die deutschen Fachgenossen als vorbildlich gelten. Als Mensch von gewinnender Liebenswürdigkeit und lebensfreudigem Humor hinterlässt er keinen Feind, wohl aber zahlreiche Freunde, die um ihn und das, was mit ihm verloren ist, aus vollem Herzen trauern. Wir behalten uns vor, auf seine umfassende Thätigkeit in einem späteren Artikel eingehend zurückzukommen.

Patentschau.

Vorrichtung zum Halten zweier zu verlöthenden Rohrenden. Von H. Schmiedel in Buchholz i. S. Vom 7. Mai 1891. Nr. 60690. Kl. 49.

Zwei an einer Säule *s* befestigte Zangen *a* und *b* halten die Rohrenden in der Arbeitsstellung zu einander fest, während ein Träger $c c_1$ den ganzen Apparat sowohl an einem vertikal stehenden, als auch an einem horizontal liegenden Brett zu befestigen gestattet.

Elektrische Wärm- und Heizvorrichtung. Von C. Zipernowsky in Budapest. Vom 24. August 1890. Nr. 60805. Kl. 49.

Bei dieser elektrischen Wärm- und Heizvorrichtung rufen unvollkommene Kontakte, die in den Stromkreis elektrischer Leiter eingeschaltet sind, durch ihren hohen elektrischen Widerstand die Erwärmung der umliegenden Leitertheile hervor, welche Erwärmung dann auf angeschlossene gute Wärmeleiter oder solche Wärmekörper von grosser Oberfläche für Zwecke der Wärmeabgabe und des Heizens allgemein übertragen wird.

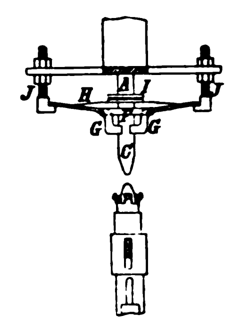
Die Regelung des verschieden starken Grades der Wärmeerzeugung wird durch Aenderung des elektrischen Widerstandes der unvollkommenen Kontakte mittels gegenseitiger Näherung oder Entfernung dieser Kontakttheile bezw. deren Ein- und Abstellung nach Erforderniss bewerkstelligt.

Galvanisches Element. Von K. Ochs in Ludwigshafen a. Rh. Vom 1. April 1891. Nr. 61097. Kl. 21.

Bei diesem Elemente, welches als nasses oder als trockenes ausgebildet werden kann, wird als Depolarisationsmittel der Kohlenelektrode eine Mischung von Schwefel mit einem unlöslichen Bleisalz (Chlorblei oder schwefelsaures Blei), bei Benutzung einer Metallelektrode eine Mischung des betreffenden Schwefelmetalls mit dem unlöslichen Bleisalz in Anwendung gebracht. Dadurch wird eine gleichbleibende Depolarisation an der Kohlen- oder Metallelektrode erzielt und an der Zinkelektrode ein leicht lösliches und gut leitendes Zinksalz gebildet.

Kohlenhalter für Bogenlampen. Von Th. Ph. Chr. Crampton in London und A. Essinger in Frankfurt a. M. Vom 5. Juli 1890. Nr. 61559. Kl. 21.

Der Kohlenhalter besteht im Wesentlichen aus einer Röhre *A*, in welcher die obere Kohle *C* frei gleiten kann. Die Röhre *A* ist an ihrem oberen Ende mit einer ringförmigen Scheibe *F* versehen, an deren Umfang zwei Klauen *G G* drehbar gelagert sind.



Auf die freien Hebelarme dieser Klauen drückt eine Blattfeder *H*, welche durch eine Schraubenmutter *J* geregelt wird, so dass die Klauen *G G* gegen die Kohle *C* mit entsprechendem Druck gepresst werden.

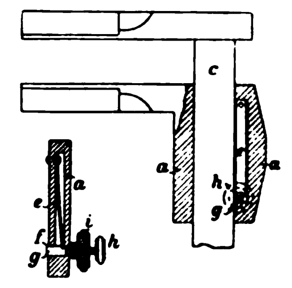
Sinkt nun die Röhre *A*, welche unter der Differenzwirkung einer Hauptspule und einer Nebenschlussspule steht, hinab, so öffnen sich, während die Feder *H* gegen die Drehung der Klauen einen Gegendruck ausübt, die Klauen soweit, dass die obere Kohle durch ihr eigenes Gewicht abwärts gleitet und mit der unteren Kohle in Berührung kommt, wodurch der Strom geschlossen wird. In dem Augenblick durchfliesst derselbe mit besonderer Stärke die Hauptspule und bewirkt dadurch das Heben der Röhre *A*, so dass der Lichtbogen gebildet wird.

Elektrizitätszähler. Von E. Grube, H. Roeder und H. R. Ottesen in Hannover. Vom 27. Mai 1891. Nr. 61432. Kl. 21.

Bei diesem Elektrizitätszähler wird auf den Gang eines Zähluhrwerkes *p* ein verzögernder oder beschleunigender Einfluss dadurch ausgeübt, dass den Aenderungen in der Stromstärke entsprechend das Trägheitsmoment der den Gang des Werkes regelnden Massen vergrössert und verkleinert wird.

Dies geschieht dadurch, dass je nach der Stromstärke der Kern *b* mehr oder weniger in die Spule *a*, welche der zu messende Strom durchfliesst, hineingezogen wird. Die Arme *d* heben die Gewichte *e* an und suchen sich mehr oder minder in die Richtung der Axe *f* zu stellen, wodurch der Gang des Zählwerkes beeinflusst wird.

Schublehre mit selbthätiger Feststellvorrichtung. Von E. J. Kölle in Esslingen. Vom 10. April 1891. Nr. 61533. Kl. 42.



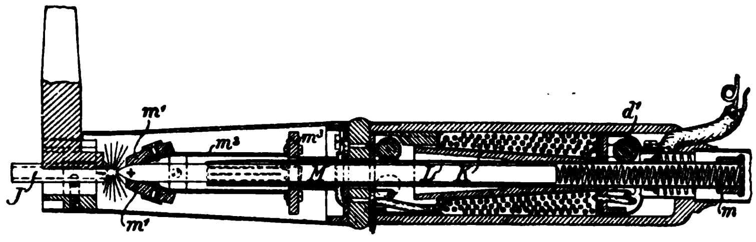
Die selbthätige Feststellung des verschiebbaren Schenkels *c* geschieht durch einen quer im Kasten *a* lagernden, mittels Druckes auf den Knopf *h* lösbaren Keil *g*, welcher von der in die Nut *f* eingreifenden Feder *e* gegen den Schenkel *c* gedrückt (angezogen) wird und zur Sicherung gegen unbeabsichtigtes Verstellen mit der Mutterscheibe *i* ausgerüstet ist.

Vorrichtung zum Schätzen von Entfernungen. Von Reuter in Höxter. Vom 11. April 1891. Nr. 61501. Kl. 42.

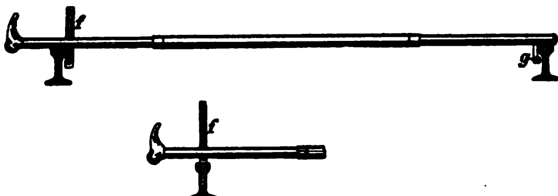
Die Vorrichtung besteht aus zwei unter einem bestimmten stumpfen Winkel zusammengesetzten Spiegeln, die von dem zu messenden Gegenstande zwei Bilder erzeugen, aus deren Abstand von einander auf die Entfernung des beobachteten Gegenstandes vom Beobachter geschlossen wird.

Vorrichtung zur Erzeugung von Wärme mittels elektrischen Lichtbogens für Löth- und Schweisszwecke. Von J. J. Ritter in Basel. Vom 4. April 1891. Nr. 60818. Kl. 49.

Die Lichtbogenbildung wird unter Benutzung einer der bei Bogenlampen angewendeten Anordnungen herbeigeführt. Dabei wird die Hubweite der einen Elektrode durch die konische Form eines von einer Spule eingezogenen Eisenkernes begrenzt, während die äussere Umhüllung des Lichtbogens als Stromzuleitung zur zweiten Elektrode dient. Im Innern des Eisenkerns K ist die Röhre L angeordnet, welche den Kohlenstift M aufnimmt. Die Spitze des letzteren wird durch die Feder m beständig zwischen die beiden feuerfesten, durch einen Metallbeschlag m^2 und eine Isolirscheibe m^3 an der Röhre L befestigten Klemmbacken m^1 gedrückt und in einer geeigneten Entfernung zu der Spitze des Metallstiftes J gehalten. Die Rollen d^1 dienen dem Eisenkern K als Führung und verbinden den Kohlenstift M mit dem einen Pol einer Elektrizitätsquelle. Der Stift J ist verstell- und auswechselbar.



Spazierstock mit Spur- und Ueberhöhungsmesser. Von A. Altmann in Rostock. Vom 28. Juni 1891. Nr. 61543. Kl. 42.



Der Spazierstock ist ausziehbar und trägt einen in den Stock einlegbaren Anschlag g, einen verschiebbaren und ebenfalls einlegbaren Ueberhöhungsmaassstab f, sowie eine neben diesem angeordnete Spurweitenskale. Beim Gebrauch wird der Stock ausgezogen und so auf die Schienen gelegt, wie die beiden Figuren zeigen.

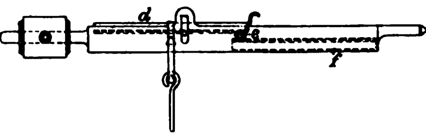
Vorrichtung zum Aufziehen hochstehender oder -hängender Uhren Von E. J. Gotsbacher in Wien. Vom 28. April 1891. Nr. 61413. Kl. 83.

Diese Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der zum Aufziehen der Uhr dienende Schlüssel A mit dem einen Kuppelungsbügel eines Universalgelenkes B verbunden ist, dessen zweiter Bügel an einer entsprechend langen Stange C sitzt, durch deren Drehung der auf den Zapfen des Werkes gesteckte Uhrschlüssel in Umdrehung versetzt wird. H stellt eine drehbare Griffhülse dar, an der die Vorrichtung mit der einen Hand gehalten wird, während die andere Hand die Kurbel K bewegt.

Hygrometer. Von C. Frost in Malmö, Schweden. Vom 21. August 1890. Nr. 61423 Kl. 42.

Die gegen Feuchtigkeit empfindliche Spirale, durch deren Auf- oder Abwicklung der Zeiger des Hygrometers bewegt wird, ist aus Papier in der Weise hergestellt, dass letzteres nach einander mit Eiweiss und Gummi bestrichen und dann mit Seidenpapier überzogen wird.

Waage mit Differentialaufgewichten. Von C. Schenk in Darmstadt. Vom 4. Juni 1891. Nr. 61540. Kl. 42.



An Stelle der ihrer Kleinheit wegen zum Abdruck der Gewichtszahl ungeeigneten kleinsten Schiebegewichte bei Laufgewichtswaagen treten je zwei Schiebegewichte $d f$, deren Gewichtsunterschied dem zu ersetzenden kleinen Schiebegewichte gleich ist und die bei Einstellung (mittels Triebrädchen e) gleichzeitig, jedoch in entgegengesetzter Richtung bewegt werden.

Für die Werkstatt.

Gewindeschneideeisen amerikanischen Systems. Aus der technologischen Sammlung der Fachschule für Mechaniker zu Berlin. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Herr Gärtner aus Washington, ein ehemaliger Schüler der Berliner Fachschule für Mechaniker, hat genannter Anstalt kürzlich ein Schneideeisengestell nebst einem Satz Gewindebacken zum Geschenk gemacht, welches in Amerika vielfach angewendet wird. Die Einrichtung erscheint für minder präzise Gewindearbeiten recht geeignet und ist so einfach und zweckmässig konstruirt, dass sie auch von den deutschen Mechanikern mit Erfolg benutzt werden dürfte.

Das Gestell ähnelt im Aeussern einer gewöhnlichen Gewindekluppe; Fig. 1 zeigt die Hauptansicht mit eingesetztem Backenpaare, Fig. 2 den Schnitt AB aus Fig. 1. Es ist aus schmiedbarem Guss in der Form eines durch die Pressschraube P zusammenklemmbaren Ringes R hergestellt, der die Hebelarme a und b trägt. Der Ring ist zylindrisch oder sehr schwach konisch ausgedreht und hat an seinem unteren Ende einen Ansatz C (Fig. 2; in Fig. 1 punktirt), der die Gewindebacken $G\,G'$ am Herausfallen hindert. Diese sind durch den Schlitz in der Richtung AB vollständig von einander getrennt, werden aber durch die Schraube s verbunden, welche als Scharnier wirkt und in einfachster und billigster Weise hergestellt ist; der Kopf der Schraube ist nämlich, wie in Fig. 2 ersichtlich, unterdreht oder wahrscheinlich unterfräst und passt in eine entsprechende gemeinsame Ausfräsung der beiden Backen G und G', die dadurch gehalten werden und sich demgemäss um die Axe der Scharnierschraube bewegen können. Eine zweite Schraube s' mit schwach konischem Hals bewirkt das Auseinandertreiben der Backen, sobald man sie tiefer in ihr Muttergewinde hinein schraubt und gestattet eine Verengerung bei der entgegengesetzten Bewegung. Beide Schrauben s und s' haben ihre Gewinde in einer runden Platte D, welche gerade durch die Oeffnung des Ansatzes C hindurchgeht und konzentrisch zu dem Backengewinde k einen Hohlzylinder i trägt, der die Grösse des Stammes der zu schneidenden Schraube hat und als Führung beim Anschneiden dienen soll. Ob indessen die Anordnung der Scharnierschraube dauerhaft ist, müsste der längere Gebrauch lehren; grosse Festigkeit scheint die Unterdrehung nicht zu haben.

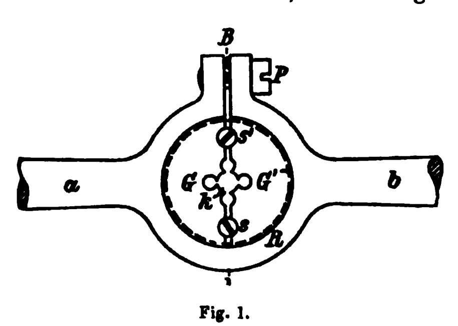
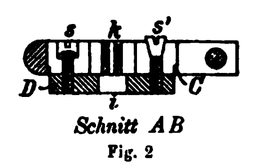


Fig. 1.



Schnitt AB
Fig. 2

Eine diesem Gewindeschneideeisen ähnliche Einrichtung ist in manchen einheimischen Werkstätten ebenfalls in Gebrauch; sie unterscheidet sich aber von der vorliegenden Anordnung dadurch, dass die Backen nicht gänzlich von einander getrennt, sondern nur an der einen Seite aufgeschnitten sind. Dadurch wird mit aller Wahrscheinlichkeit eine willkürliche Formveränderung beim Härten eintreten, die wiederum die Form des Backengewindes schädlich beeinflusst. Die theilweise oder vollkommene Spaltung der Backen hat bekanntlich den Zweck, selbst mit durch häufigen Gebrauch etwas abgenutztem Gewinde noch Schrauben zu erzeugen, welche mit den mit dem scharfen, ungebrauchten Schneideeisen geschnittenen gleiche Grösse haben, also in die zu ihnen gehörenden Muttergewinde passen; man erreicht dies durch ein geringes Zusammenziehen der Backen in einem Klemmring, die entweder federnd zusammenhängen oder wie bei dem vorliegenden amerikanischen System, um das eigenartige Scharnier drehbar und durch die konische Schraube feststellbar sind. Streng genommen ist ja mit diesem Zusammenziehen auch eine Formveränderung verbunden, welcher derselbe theoretische Mangel anhaftet wie den Gewindekluppeneinrichtungen, bei denen ebenfalls die Gewinde erzeugt werden, mit entweder beim Beginn oder beim Ende der Arbeit nicht passenden Erzeugungsgewinden. Wendet man schon die Kluppen in ausgedehntestem Maasse an, weil man eben kein vollkommen einwandfreies und gleichzeitig billiges Gewindeerzeugungsmittel besitzt, so kann man auch gegen die um ein Geringes verstellbaren Schneideeisen keine Bedenken erheben, um so weniger, als Schneideeisen im Allgemeinen den Kluppen vorzuziehen sind. — Das beschriebene Schneideeisen dürfte z. Z. schon in den hiesigen Werkzeuggeschäften zu haben sein.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **H. Haensch**, Beisitzer. **Direktor Dr. L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XII. Jahrgang. **August 1892.** Achtes Heft.

Ueber die Messung hoher Temperaturen.

Von
Dr. **L. Holborn** und Dr. **W. Wien.**

Mittheilung aus der I. Abth. der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Einleitung.

Für verschiedene experimentelle Arbeiten hatte sich das Bedürfniss nach einem Pyrometer herausgestellt, welches auch noch in sehr hohen Temperaturen zuverlässig bleibt. Es konnten hierzu nur zwei bisher angewandte pyrometrische Methoden in Frage kommen, nämlich die zuerst von Sir W. Siemens eingeführte, welche auf der Messung des mit der Temperatur veränderlichen elektrischen Widerstandes beruht, und die Bestimmung der thermoelektrischen Kraft. Ein zweckmässiges Thermoelement zur Messung hoher Temperaturen ist von Le Chatelier angegeben[1]; es besteht aus Platin gegen eine Platinrhodiumlegirung.

Das Widerstandspyrometer ist für sehr hohe Temperaturen nicht mehr zuverlässig, weil man kein Material besitzt, welches dann noch genügende Isolirfähigkeit beibehält. Ein weiterer Uebelstand besteht darin, dass die Widerstandsrolle eine verhältnissmässig bedeutende Ausdehnung besitzt und deshalb nur zur Messung der mittleren Temperatur grösserer Räume benutzbar ist, während oft das Bedürfniss vorhanden ist, die Temperatur eines engbegrenzten Raumes kennen zu lernen.

Das Thermoelement ist von allen diesen Mängeln frei. Es stellt geringe Anforderung an die Isolirung, weil die vorkommende elektrische Spannung sehr gering ist. Der Widerstand fällt bei Benutzung der Kompensationsmethode zur Messung der thermoelektrischen Kraft ganz heraus. Endlich kann man der Löthstelle eine beliebig kleine Ausdehnung geben und so die Temperatur sehr kleiner Räume bestimmen. Aus diesen Gründen wurde von einer Benutzung des Widerstandspyrometers ganz abgesehen und nur eine Prüfung des Le Chatelier'schen Thermoelementes vorgenommen.

Das zunächstliegende Ziel der Untersuchung war, das Thermoelement bis zu möglichst hohen Temperaturen in Bezug auf die Zuverlässigkeit seiner Angaben zu untersuchen. Le Chatelier selbst hat sich darauf beschränkt, ein Thermoelement, welches aus Platin gegen eine Legirung von 90 % Platin und 10 % Rhodium bestand, mit einer Reihe von Schmelzpunkten zu vergleichen, deren Temperaturen er den Violle'schen Bestimmungen[2]) entnahm. Es erschien aber sicherer, zur Vergleichung direkt das Luftthermometer zu wählen, welches ausserdem noch den Vorzug bot, die Angaben des Thermoelements auf absolute Temperaturen zu reduziren.

---

[1]) Le Chatelier, *Journ. de Physique II.* **6.** *S. 26. 1887.*

[2]) *Compt. Rend.* **89.** *1879.*

Dann war noch zu prüfen, in welcher Weise die thermoelektrische Kraft von der Zusammensetzung der Platinrhodiumlegirung abhängt, um ein Urtheil zu gewinnen einerseits über die grösste Empfindlichkeit des Pyrometers, andererseits inwieweit möglichst genaue Kopien der Thermoelemente in ihren Angaben von einander abweichen können.

Schliesslich wurden noch einige Schmelzpunkte bestimmt, um Anschluss an die bisherigen Messungen hoher Temperaturen zu erhalten. Da das ganze Ziel der Arbeit auf Bestimmung hoher Temperaturen gerichtet war, so wurde die Vergleichung in niederen Temperaturen von 400° abwärts bis $-80°$ nur gemacht, um eine Uebersicht über den Verlauf der thermoelektrischen Kraft zu erhalten. Aber die ganze Einrichtung war für die Bestimmungen in niederen Temperaturen nicht gedacht, und die Resultate machen für dieses Gebiet keinen Anspruch auf grössere Genauigkeit. Auch ist die Empfindlichkeit des Thermoelements in niederen Temperaturen geringer, so dass sich auch eine Aufwendung grösserer Mühe auf diese Bestimmungen nicht verlohnt hätte.

Die grösste Schwierigkeit, welche bei der Vergleichung des Pyrometers mit dem Luftthermometer auftritt, liegt in der Herstellung gleichmässiger Temperatur. So lange die Temperatur nicht hoch ist, hat man ein gutes Hilfsmittel in der Anwendung von Bädern, welche durch regulirende Heizvorrichtungen erwärmt und durch Rührapparate ausgeglichen werden. Selbstverständlich versagen solche Methoden bei hohen Temperaturen aus technischen Gründen, ganz abgesehen davon, dass Porzellan, aus welchem das Gefäss der Thermometer besteht, ein so schlechter Wärmeleiter ist, dass man selbst nach längerer Zeit nicht sicher ist, ob das Innere des Gefässes die äussere Temperatur angenommen hat. Siedende Stoffe geben sonst das beste Mittel, die Temperatur konstant zu halten; aber für hohe Temperaturen bleiben nur die Metalle übrig, weil die Salze sämmtlich das Porzellan angreifen. Nun ist die Zahl der Metalle, deren Siedepunkt in das fragliche Intervall fällt, nicht gross, und die Punkte, welche man so erhalten könnte, würden für die Vergleichung nicht ausreichen. Dazu kommt noch die Schwierigkeit, das Thermoelement so einzuführen, dass es vollständig vor den Metalldämpfen geschützt ist und doch nicht durch grössere isolirende Massen, welche den Ausgleich der Temperatur hindern, von dem flüssigen Metall getrennt bleibt.

Es wurde deshalb ein ganz anderer Weg eingeschlagen, um von der Konstanz der Temperatur unabhängig zu werden. Das Gefäss des Luftthermometers wurde an den gegenüberliegenden Enden mit zwei Kapillaren versehen, durch welche der Draht des Thermoelements so gezogen wurde, dass die Löthstelle sich gerade in der Mitte des Gefässes befand. Diese lag also inmitten der Luftmasse, deren Druck am Manometer die absolute Temperatur angab. Es war anzunehmen, dass in diesem Falle der Ausgleich der Temperatur zwischen Thermoelement und der umgebenden Luft ein möglichst schneller sein würde. Dafür gab es noch eine sehr gute Kontrole durch die Vergleichung der Messungen bei steigender und sinkender Temperatur. Denn wenn überhaupt ein Unterschied zwischen der Temperatur des Luftthermometers und des Thermoelements vorhanden ist, so muss dies in den Angaben dieser beiden Fälle zum Ausdruck kommen, weil der Wärmestrom jedesmal vollständig verschieden verläuft. Die Beobachtungsreihen bei steigender oder sinkender Temperatur zeigten aber keine grösseren Abweichungen als die einzelnen Ablesungen untereinander.

Die gewählte Anordnung brachte indessen noch weitere Vortheile. Zunächst

war das Thermoelement vollständig gegen die Heizgase geschützt. Es ist dies eine unerlässliche Vorbedingung, falls man sichere Angaben von dem Pyrometer fordert. In den Flammen ist nämlich schon eine beträchtliche elektrische Spannung vorhanden, und die heissen Gase besitzen auch ein nicht unerhebliches Leitungsvermögen, so dass durch diese Einflüsse die Angaben des Pyrometers wesentlich entstellt werden können.

Dann gestattete die Lage des Thermoelements im Innern des Gefässes, die Temperatur des schädlichen Raumes genau zu bestimmen, indem durch Weiterziehen des Drahtes die Löthstelle an verschiedene Stellen des Kapillarrohrs gebracht und dort die Angaben abgelesen wurden. Bei den früheren Methoden war eine solche Bestimmung nicht möglich; man suchte sich durch mehr oder weniger hypothetische Voraussetzungen über das Temperaturgefälle im schädlichen Raum zu helfen. Da der Einfluss des schädlichen Raums die bei weitem grösste Fehlerquelle bei den Beobachtungen am Luftthermometer ist, so musste die Unkenntniss der Temperatur im schädlichen Raum als konstanter Fehler den absoluten Werth der Temperatur sehr unsicher erscheinen lassen.

In der erwähnten Anordnung wurden nun die Beobachtungen so weit geführt, als das benutzte Material der Luftthermometergefässe es gestattete. Als solches wurde ausschliesslich Porzellan gewählt. Die mittleren Abweichungen der Resultate betrugen etwa 5°. Sie kommen auf Rechnung der immer noch vorhandenen Ungleichmässigkeiten der Temperatur im Innern des Gefässes, auf die Thomson-Ströme im Drahte des Thermoelements und auf die Fehler, welche bei der Temperaturbestimmung der verschiedenen Theile des Manometers gemacht werden, alles Fehler von gleicher Grössenordnung. Von derselben Ordnung sind endlich die Fehler bei der Ablesung des Manometers, weil die Füllung, mit welcher beobachtet wurde, bei Zimmertemperatur nicht mehr als 160 *mm* Quecksilberdruck betragen durfte. Es hing dies mit der Beschaffenheit der Gefässe zusammen.

Die Gefässe sind von der Berliner Königl. Porzellanmanufaktur angefertigt und zeichnen sich durch vorzügliche Beschaffenheit des Materials wie durch ausgezeichnete Ausführung aus. Sie konnten zunächst nur von aussen glasirt werden, weil sich durch die Kapillare keine Glasur nach innen bringen lässt. Die Glasurflüssigkeit darf nämlich nur ganz kurze Zeit mit dem Porzellan in Berührung bleiben, weil sonst zu viel aufgesaugt wird, und durch die Kapillare könnte sie nicht schnell genug wieder entfernt werden. Neuerdings ist es nun der Manufaktur doch gelungen, auch von innen glasirte Gefässe herzustellen, indem die innere Glasur als Rohglasur, bevor die Kapillare an das Gefäss angesetzt ist, eingeführt und diese erst nachher angebracht wird.

Diese Gefässe sind zur Erreichung einer noch höheren Temperatur, als sie in der vorliegenden Arbeit beobachtet ist, bestimmt und besitzen sehr dicke und widerstandsfähige Wandungen und grosse kugelige Gefässe. Sie sind aber zur Messung der niederen Temperaturen weniger geeignet, weil die gleichmässige Heizung durch die dicken Wandungen erschwert wird. Vorläufige Versuche ergaben hier auch weniger gute Resultate, als wir sie mit den ersten Gefässen erhalten haben.

Die Manufaktur hat auch die Herstellung von Gefässen aus schwerer schmelzbarem Material, als es das Porzellan ist, in Aussicht gestellt, obwohl die sich häufenden Schwierigkeiten, welche namentlich in der Auffindung einer geeig-

neten Glasur bestehen, den Erfolg unsicher erscheinen lassen. Wir benutzen gleichzeitig die Gelegenheit, um Herrn Direktor Dr. Heinecke und Herrn Dr. Pukall für ihr bereitwilliges Entgegenkommen und ihre Bemühungen für die Herstellung geeigneter Luftthermometergefässe unseren besten Dank auszusprechen.

Wenn nun ein Gefäss der ersten Art mit einer so grossen Füllung erhitzt wurde, dass bei Temperaturen über 1100° der innere Druck den äusseren überstieg, so wurde das Porzellan undicht und blieb auch undicht, nachdem es wieder abgekühlt war. Wenn dagegen die Füllung nur so gross gewählt wurde, dass auch bei der höchsten Temperatur der äussere Druck überwog, so blieb das Gefäss unverändert bis zu Temperaturen von etwa 1400°. Nach der Abkühlung zeigte sich keine Veränderung des Volumens. Bei weiterer Steigerung der Temperatur wurde das Porzellan weich, und wenn der äussere Druck auch dann noch überwog, wurde das Gefäss platt gedrückt. In solcher Weise wurden verschiedene Gefässe bei einer Druckdifferenz von nur einer halben Atmosphäre zusammengedrückt. Es liess sich aus der Form erkennen, dass das Porzellan in dieser Temperatur eine dem rothglühenden Glase ähnliche Beschaffenheit annimmt, so dass man ihm dann eine beliebige Gestalt geben kann. Die plattgedrückten Gefässe blieben nach dem Abkühlen noch luftdicht. Dies Verhalten ist wahrscheinlich darin begründet, dass die Glasur allein das Gefäss luftdicht abschliesst. Da diese nun bei etwa 1000° weich, bald nachher flüssig wird, so wird sie dann von dem inneren Ueberdrucke leicht durchbrochen. Der äussere Ueberdruck dagegen wird sie in die Poren des Porzellans pressen, wo sie bald genügenden Widerstand findet, so dass der Weg für die nachdrängende Luft nach wie vor gesperrt bleibt. Uebrigens verhalten sich nicht alle Gefässe gleich, und das eine wird schon bei Temperaturen zusammengedrückt, welche ein anderes noch gut verträgt. Durch das Verhalten der Gefässe wurde die obere Grenze der Temperaturmessung bei der vorliegenden Arbeit bestimmt.

Es mag noch bemerkt werden, dass eine grössere Genauigkeit als die hier erreichte nicht unmöglich scheint, aber dass sie einen ganz ausserordentlich viel grösseren Aufwand an Hilfsmitteln erfordern würde. Es müsste zunächst ein Ofen von grosser Ausdehnung gebaut werden, welcher ein langsames und sicher regulirbares Steigen der Temperatur gestattet. Dieser Ofen müsste sich in einem Raume befinden, der durch starke, isolirende Wände vom eigentlichen Beobachtungszimmer getrennt wäre. Nur auf diese Weise können die Fehlerquellen, welche in Folge der ungleichmässigen Temperatur des Zimmers die Angaben des Manometers beeinflussen, weiter hinabgedrückt werden. Ferner müsste man die Thomson-Ströme genau bestimmen und dafür sorgen, dass das Temperaturgefälle im Drahte immer genau dasselbe wäre.

§ 1.

Versuchsanordnung des Luftthermometers.

Der benutzte Ofen *A* (Fig. 1 a. f. S.) hatte zylindrische Form und bestand aus drei konzentrischen Chamottehüllen, von denen die äussere eine Länge von 500 *mm* und einen Durchmesser von 460 *mm*, die innere eine Länge von 150 *mm* und einen Durchmesser von 110 *mm* hatte. Der Ofen war aussen mit Eisenblech umkleidet und auf einem eisernen Stative befestigt. Er stand zwischen zwei Sandsteinpfeilern, welche die unmittelbare Strahlung der Heizung abhielten. Jeder Chamottezylinder bestand aus zwei Hälften und hatte an den Endflächen die zum

Hindurchlassen der Kapillaren des Luftthermometers nothwendigen Oeffnungen. Eine Ansicht der Schnittebene und der Lage des Luftthermometers zeigt Fig. 2 (S. 265). Die Heizung geschah durch ein Gasgebläse, welches durch einen Ventilator getrieben wurde. Dieser bestand aus einem Schaufelrad, das durch einen Elektromotor in schnelle Drehung versetzt wurde und die Luft gleichzeitig mit Leuchtgas, welches aus der Leitung zuströmte, in das Gebläserohr trieb. Der Gaszufluss konnte durch einen Hahn, der Luftzutritt durch einen Schieber regulirt werden. Der Brenner *B* selbst war unter dem Ofen aufgestellt und bestand aus einem sich erweiternden Gefäss, auf das oben achtzehn Rohrstücke aufgesetzt waren. Die Porzellankapillaren im Ofen waren noch durch besondere Porzellanröhren vor den Flammen geschützt.

Die Drähte des Pyrometers wurden zunächst im Knallgasgebläse zusam-

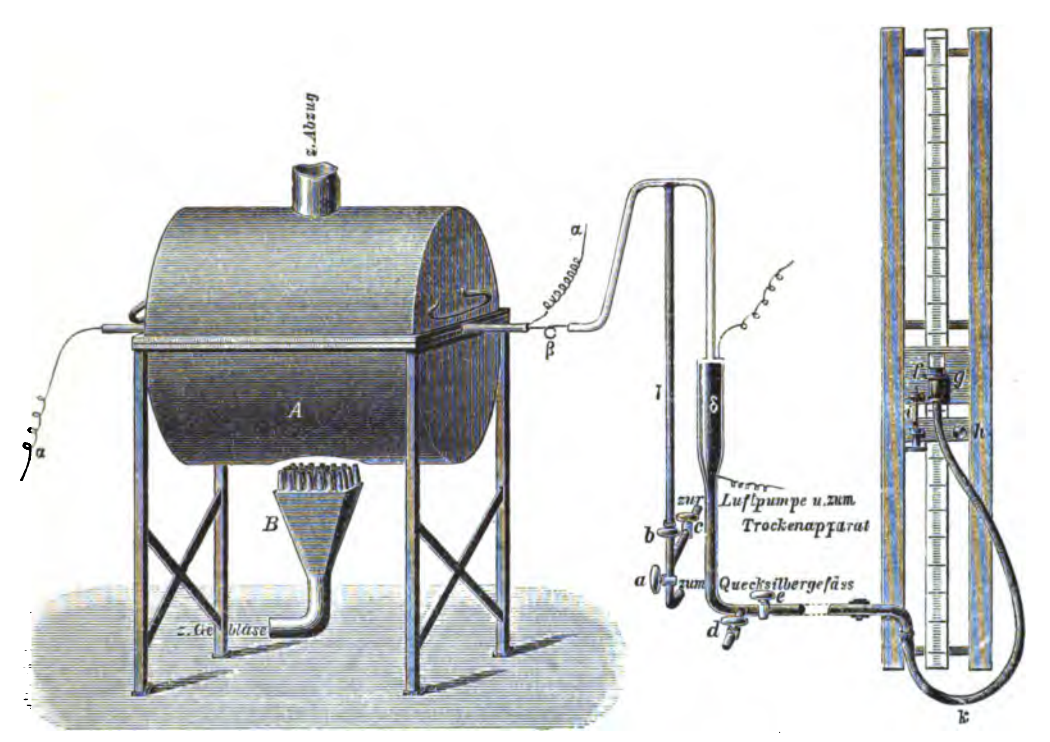


Fig. 1.

mengeschmolzen und dann in das Luftthermometer eingeführt. Es geschah dies in der Weise, dass erst ein gerader gehärteter Stahldraht hindurchgeschoben wurde, an den das eine Ende des Thermoelements gelöthet wurde. Dann konnte dies soweit hindurchgezogen werden, dass die Löthstelle in der Mitte des Porzellangefässes lag. Die Drähte wurden dann an den Enden der Kapillaren mit Siegellack luftdicht eingekittet, auf der einen Seite zugleich mit einer Glaskapillare, welche den Luftraum des Thermometergefässes mit dem Manometer verband. Die Glaskapillare β war ein fein ausgezogenes, spiralig gebogenes Rohr; in dieser Form war es sehr elastisch und gab selbst grösseren Schiebungen, welche bei der Ausdehnung des geheizten Ofens unvermeidlich waren, ohne zu zerbrechen nach. Der Siegellack wurde durch beständiges Auftropfen von Wasser, das aus einem auf Zimmertemperatur gehaltenen Gefäss floss, kühl gehalten. Die Drähte

des Thermoelements α waren an kupferne Zuleitungsdrähte gelöthet. Die Löthstellen befanden sich in Glasröhren, welche durch kupferne, doppelwandige Kühlkästen, die mit schmelzendem Eise gefüllt waren, hindurchgingen.

Das Manometergefäss bestand aus einer zweckmässig gebogenen Glaskapillare und einem weiten Ansatzrohr δ, in welchem sich das Quecksilber befand. Der Uebergang der beiden Rohre war ein möglichst schroffer, um den schädlichen Raum so klein wie möglich zu machen. Die Kuppe des Quecksilbers stieg bis zu einem eingeschmolzenen Platindraht, und der Moment der Berührung wurde durch Schliessung eines galvanischen Stromkreises angezeigt. Am horizontalen Ende des Kapillarrohrs war noch ein zweites Kapillarrohr γ senkrecht nach unten angesetzt, welches einen Absperrhahn *b* und weiter zwei Ansatzstücke mit zwei Absperrhähnen *a* und *c* trug. An dem einen Ansatzstück war die zur Luftpumpe und zum Trockenapparat führende Röhre angesetzt, das andere trug einen schwarzen Gummischlauch und an diesem ein mit Quecksilber gefülltes Gefäss, das gehoben und gesenkt werden konnte. Die Verbindung mit der Luftpumpe und dem Trockenapparat war so eingerichtet, dass jeder Theil mit jedem andern unter Abschliessung der übrigen kommunizirte. Man konnte also das Gefäss des Thermometers auspumpen, trocknen, mit der nöthigen Füllung versehen und dann den Weg zur Pumpe durch den Hahn *c* absperren. Durch Oeffnen des Hahnes *a* liess man Quecksilber in das senkrechte Rohr γ bis zur Ansatzstelle eintreten und sperrte dann den Hahn *b* ab. Die Höhe der Quecksilbersäule über *b* betrug etwas über Barometerhöhe; der Abschluss gegen die äussere Luft war auf diese Art ein vollständiger.

Das Manometergefäss war dann in einer horizontalen Glasröhre, welche noch einen Absperrhahn *e* und einen Ausflusshahn *d* trug, weiter geführt. Am Ende derselben war ein schwarzer, mit Eisengarn umsponnener Kautschukschlauch *k* angesetzt, welcher zu dem offenen Gefäss *f* führte. Dies war an einem Schlitten *g* befestigt, welcher vor einem Holzmaassstab auf- und abgeschoben werden konnte. Trotzdem der Maassstab durch eine Glaswand von dem Ofen getrennt und somit vor direkter Strahlung geschützt war, wurde doch ein solcher von Holz gewählt, weil Metall bei den nicht überall kontrolirbaren Temperaturverhältnissen des Raumes grössere Fehler veranlasst hätte. Auf dem Schlitten war noch eine versilberte Glasskale angebracht, die eine Länge von 10 *cm* hatte. Sie gestattete die relative Bewegung der Quecksilberkuppe zum Schlitten zu messen, welche durch die Elastizität des Kautschukschlauchs veranlasst wurde. Es musste demnach bei jeder Ablesung sowohl der Stand der Quecksilberkuppe am Schlitten, als auch der des letzteren zum Maassstab festgestellt werden. Ein zweiter Schlitten *h* konnte durch eine Klemmschraube festgezogen werden und war mit dem ersten durch eine Schraube *i* verbunden, mit welcher die feineren Verschiebungen ausgeführt wurden. Sämmtliche Theile des Manometers wurden durch Schirme von Asbest gegen die Strahlung des Ofens geschützt.

Nachdem der ganze Apparat gereinigt und zusammengesetzt und das Manometer mit reinem Quecksilber gefüllt war, wurde das Luftthermometergefäss vollständig getrocknet. Für diesen Zweck war die zweite Kapillare, durch die der eine Draht des Thermoelements nach aussen geführt wurde, von grossem Vortheil. Sie war anfangs noch offen und wurde mit einem Wassergebläse verbunden, das 24 Stunden langsam, aber ununterbrochen trockene Luft durch das Gefäss ansaugte. Die zum Trocknen benutzte Luft ging zunächst durch eine Vorlage mit Kalilauge, um die

Kohlensäure festzuhalten, dann über mit Schwefelsäure getränkte Bimsteinstücke und weiter durch mit Chlorkalzium gefüllte Röhren. Daran schloss sich ein Gefäss, auf dessen Boden Phosphorsäureanhydrit lag. Sein Volumen fasste noch soviel Luft, als zur Füllung des Thermometergefässes ausreichte. Auf diese Weise gelangte nur solche Luft in das Luftthermometer, die jedesmal vorher durch längeres Stehen über dem Trockenmittel von aller Feuchtigkeit befreit war. Das Luftthermometer wurde alsdann vollständig evakuirt und dabei möglichst hoch erhitzt, doch nicht bis zur Grenze, an der das Porzellan weich wird. Nur auf diese Weise konnten die noch im Porzellangefäss befindlichen Ofengase vollständig beseitigt werden. Darauf wurde die Füllung vorgenommen und abgesperrt. Trotz aller dieser Vorsichtsmaassregeln ergab sich, dass die erste Beobachtungsreihe nach jeder frischen Füllung nicht brauchbar war, weil die Werthe einen unregelmässigen Verlauf nahmen und die Abweichungen die sonstigen mittleren Fehler übertrafen. Die weiteren Reihen stimmten dann mit einander in der angegebenen Grenze überein. Der Grund für dieses eigenthümliche Verhalten lässt sich nicht bestimmt angeben.

Ausser dem Manometer wurden während der Beobachtung noch Thermometer an beiden Säulen des Manometers und der Barometerstand abgelesen. Die Heizung geschah anfangs mit kleiner leuchtender Gasflamme, dann mit immer grösserer, bis endlich das Gebläse einsetzte. Nachdem die Flamme wieder abgestellt war, wurde der Abzug verschlossen, um ein möglichst langsames Abkühlen zu erreichen.

§ 2.

Elektrische Messung.

Gleichzeitig mit den Ablesungen am Manometer wurde die thermoelektrische Kraft des Pyrometers gemessen. Die Anordnung war die bekannte Kompensationsmethode. Es durfte indessen das Thermoelement nicht direkt mit dem Normalelement verglichen werden, weil dieses nur dann seine Konstanz beibehält, wenn es stromlos gebraucht wird. Es wurden deshalb Akkumulatoren zur Vermittlung benutzt und das Thermoelement zunächst mit ihnen verglichen. Von Zeit zu Zeit wurden alsdann die Akkumulatoren durch das Normalelement kontrolirt. In beiden Stromkreisen wird das Thermoelement und das Normalelement durch die Akkumulatoren kompensirt, und es ergeben die Ablesungen an den Rheostaten das Verhältniss der elektromotorischen Kräfte.

Zwei Wippen dienten dazu, das Galvanometer und die Akkumulatoren in beiden Stromkreisen zu vertauschen. Eine dritte Wippe gestattete, zwei verschiedene Thermoelemente in den Kreis zu schalten. Es wurde ein kleines Spiegelgalvanometer mit Flachmagneten und Luftdämpfung benutzt, das durch einen äusseren Magnet astasirt war. Sein Widerstand betrug etwa 4 *Ohm*. Als Normalelemente dienten Anfangs Clarkelemente mit konzentrirter Zinksulfatlösung. Um den Temperaturkoëffizienten zu verkleinern, haben wir die Elemente später mit 10% Zinksulfatlösung (Spez. Gew. = 1,06) gefüllt. Da aber auch hier die Abhängigkeit der elektromotorischen Kraft von der Temperatur noch sehr gross ist, haben wir nach dem Vorgang von Gouy[1]) das Quecksilberoxydulsulfat durch gelbes gefälltes Quecksilberoxyd ersetzt. Die elektromotorische Kraft der Gouyschen Elemente bleibt auf die Dauer ebenso konstant, wie die der Clarkelemente.

---

[1]) *Journ. de physique II. 7. S. 532. 1888.*

Wenigstens haben wir während der Dauer unserer Untersuchung in dieser Beziehung keinen Unterschied wahrgenommen. Auch stimmte die elektromotorische Kraft von Gouyschen Elementen, die zu verschiedenen Zeiten mit jedesmal frisch hergestellten Lösungen angesetzt wurden, innerhalb $^1/_{1000}$ ihres Werthes überein. Gouy giebt als Werth für die elektromotorische Kraft seiner Elemente in *Volt*:

$$E_t = 1{,}390 - 0{,}0002\,(t - 12°).$$

Mit dieser Formel stimmte bei unsern Elementen die elektromotorische Kraft der Clarkelemente mit konzentrirter Zinksulfatlösung

$$E'_t = 1{,}442 - 0{,}0013\,(t - 12°)\text{ [1]}$$

bis auf $^1/_{1000}$ *Volt* überein. Die elektromotorische Kraft der Clarkelemente mit 10% Zinksulfatlösung wird durch den Ausdruck

$$E''_t = 1{,}483 - 0{,}0007\,(t - 12°)$$

dargestellt.

Bei den Beobachtungen befanden sich die Normalelemente in einem Thermostaten mit Aetherdampfregulirung von bekannter Konstruktion.

§ 3.

Einfluss des schädlichen Raums.

Die grösste Korrektion, welche bei der Berechnung der absoluten Temperaturen aus den beobachteten Drucken eingeht, ist der Einfluss des schädlichen Raums. Die hier gebrauchte Anordnung erlaubte die Temperatur im schädlichen Raum zu bestimmen. Für diesen Zweck wurde die Verbindung des Luftthermometergefässes mit dem Manometer unterbrochen, und die beiden Porzellankapillaren an ihren Enden vom Siegellack befreit, so dass das Thermoelement leicht in dem Gefäss hin- und hergezogen werden konnte. Nachdem alsdann der Ofen angeheizt war, wurde von etwa 200° zu 200° die Temperatur in der Mitte des Gefässes bestimmt, indem sich die Löthstelle des Thermoelements an ihrem ursprünglichen Orte befand; darauf wurde jedesmal die Löthstelle zuerst um 150 *mm*, dann noch weiter um 100 *mm* in die Kapillare gezogen und die elektromotorische Kraft gemessen.

Indem dieselben Messungen in umgekehrter Reihenfolge wiederholt und aus den entsprechenden Beobachtungen die Mittel gebildet wurden, erhielt man für eine Reihe von Werthen für die Temperatur in der Mitte des Gefässes die zugehörigen Werthe in der Kapillare. Die Messung musste sowohl bei steigender wie bei fallender Temperatur ausgeführt werden, da durch die Heizung eine Aenderung des Temperaturgefälles in der Kapillare bedingt wird. Denn bei aufsteigender Temperatur liegt ein Theil der Kapillare — das Stück, das zwischen Muffel 2 und 3 liegt — den Flammen näher als das eigentliche Gefäss; es steigt also in diesem Theil die Temperatur schneller und erreicht einen grösseren Werth. Für die Berechnung dieser so bestimmten Temperaturen wurde vorher die elektromotorische Kraft des Thermoelements mittels einer Näherungsformel als Funktion der Temperatur bestimmt. Es zeigte sich später, dass diese eine Näherung vollständig genügte.

Bei der Berechnung der Einwirkung wurde der Raum jeder Kapillare in drei Theile getheilt, vom Ansatz der Kapillare bis Punkt II (Fig. 2 a. f. S.), von Punkt II bis III, endlich von III bis IV; in dem letzten Punkte herrschte Zimmertemperatur.

[1]) K. Kahle, *Diese Zeitschr. 1892. S. 117.*

Für jeden Raum wurde dann aus den Beobachtungen die mittlere Temperatur berechnet. Für den ersten konnte, da die Temperaturen an seinen Enden nicht sehr verschieden waren, das Mittel aus beiden genommen werden. Für die beiden andern, welche das Temperaturgefälle nach aussen enthielten, konnte angenommen werden, dass das Gefälle hauptsächlich durch den leitenden Platindraht bestimmt und demnach der Funktion $\beta e^{\alpha x}$ gemäss sich gestalten müsse, wenn x die variable Länge und β und α Konstanten bedeuten.

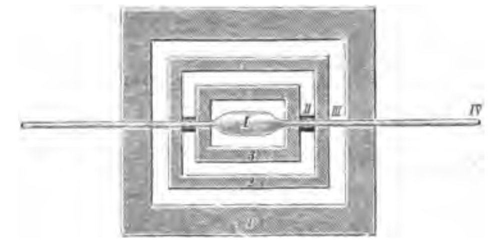


Fig. 2.

Wir bezeichnen die drei Räume mit R_1, R_2, R_3. Die Dimensionen bei dem ersten Gefäss waren:

	links vom Gefäss	rechts vom Gefäss
R_1	75 *mm* Länge	65 *mm* Länge
R_2	100 „ „	87 „ „
R_3	205 „ „	228 „ „
Summa	380 „ „	380 „ „ .

Mittlerer Radius der Kapillare = 0,59 *mm*

„ „ des Drahtes = 0,19 „ .

Es war:

$$R_1 = 0{,}1384 \text{ ccm}$$
$$R_2 = 0{,}1847 \text{ „}$$
$$R_3 = 0{,}4276 \text{ „}$$
$$\text{Summa} = 0{,}7507 \text{ „}$$

Die Volumina sind durch Auswägen mit Quecksilber bestimmt. Das Luftthermometer wurde hierbei so aufgestellt, dass die Kapillaren senkrecht standen. Dann wurde ein vertikales Glasrohr parallel daneben aufgestellt und durch eine Glaskapillare eine kommunizirende Röhre hergestellt, deren Verbindung durch einen Dreiweghahn abgesperrt werden konnte. Durch die Niveaustellung des Quecksilbers in der Glasröhre konnte man seine Stellung in dem Porzellangefäss ermitteln und das Quecksilber auf die einzelnen Höhen im Gefäss steigen lassen, bis zu denen man das Volumen ermitteln wollte. Der Dreiweghahn erlaubte dann die im Porzellangefäss befindliche Quecksilbermenge abzulassen und zu wägen. Durch das Eintreten des Quecksilbers durch die enge Glaskapillare von unten wurde ein luftfreies Füllen des Gefässes ermöglicht, indem das steigende Quecksilber die Luft durch die zweite Kapillare austrieb. Das Volumen des schädlichen Raums im Glasgefäss wurde in der Weise ermittelt, dass zunächst die Normalstellung des Quecksilbers im Manometergefässe hergestellt und dann die Quecksilbermenge bestimmt wurde, welche erforderlich war, um die schädlichen Räume zu füllen.

Wir bezeichnen die Temperaturen im Punkt I, II, III, wie sie aus den Beobachtungen näherungsweise[1]) berechnet sind, mit T_1, T_2, T_3, die mittleren Temperaturen in R_1, R_2, R_3 mit t_1, t_2, t_3. Dann ist

$$t_1 = \frac{T_1 + T_2}{2}.$$

[1]) Hierbei ist die Annahme gemacht, dass der schädliche Raum innerhalb des Ofens die Temperatur des Luftgefässes, ausserhalb die des Zimmers besitzt und dass der kubische Ausdehnungskoeffizient des Porzellans $3\beta = 0{,}000012$ ist. Es zeigte sich, dass die so berechnete erste Näherung vollständig genügte.

Ist a die Länge des Raums R_2, so ist die mittlere Temperatur in ihm:

$$t_2 = \frac{T_3}{a}\int_0^a e^{\alpha x}\,dz = \frac{T_3}{a\alpha}(e^{a\alpha}-1).$$

Es ist:

$$a\alpha = \frac{log\,\frac{T_2}{T_3}}{lg\,e},$$

also:

$$t_2 = \frac{lg\,e}{lg\,\frac{T_2}{T_3}}(T_2 - T_3);$$

ebenso wenn T_4 die Zimmertemperatur ist, so wird:

$$t_3 = \frac{lg\,e}{lg\,\frac{T_3}{T_4}}(T_3 - T_4).$$

In der folgenden Tabelle sind die erhaltenen Werthe zusammengestellt

T_1	T_2	T_3	t_1	t_2	t_3
		Steigende Temperatur			
		mit leuchtender Flamme			
188°	320°	18°	254°	107°	18°
228	570	36	399	193	26
596	890	92	743	341	45
732	932	135	832	412	58
		mit Gebläse			
1040	1354	220	1197	626	81
1292	1440	288	1366	716	98
1324	1450	287	1387	721	97
		Fallende Temperatur			
1327	854	296	1091	526	99
1132	648	368	940	495	116
684	588	348	636	458	111
556	484	324	520	398	106
484	428	256	456	334	99 .

Der schädliche Raum R_4 im Glasgefäss, der beständig auf Zimmertemperatur blieb, hatte ein Volumen von 1,2903 *ccm*, das Luftgefäss V des Thermometers ein solches von 98,32 *ccm* bei Zimmertemperatur.

Die beobachteten Werthe für die mittlere Temperatur der Räume R_1, R_2, R_3 wurden dann als Funktionen von T_1 aufgetragen; alle übrigen Werthe konnten hieraus graphisch interpolirt werden. Es sind hierdurch alle Daten gegeben, welche zur Berechnung des Einflusses des schädlichen Raums erforderlich sind.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber den Einfluss der Luft auf den Widerstand des Quecksilbers.

Von
M. Laas in Dresden.

Einleitung.

Seitdem im Jahre 1881 das *„legale" Ohm* im Anschluss an die Siemens'sche Quecksilbereinheit definirt worden ist, gelangte unter Anderem auch die Frage zu erhöhter Wichtigkeit, ob die Luft im Quecksilber oder an der Wand des dasselbe aufnehmenden Gefässes irgend welchen merkbaren Einfluss auf den Widerstand des Quecksilbers ausübt.

Es sind deshalb von mehreren Herstellern des *Ohms* darüber Untersuchungen angestellt worden, über welche weiter unten referirt werden wird; Andere dagegen, z. B. G. Wiedemann[1]), gingen auf die Frage nicht näher ein, sondern zogen vor, um jeden Einfluss der Luft auszuschliessen, gewisse Vorsichtsmaassregeln bei der Einfüllung des Quecksilbers anzuwenden, die zum Theil sehr umständlich ausfallen. In neuerer Zeit scheint man sich der Ansicht zuzuneigen, als ob von einem störenden Einfluss der Luft nichts zu bemerken wäre; wenigstens verzichten manche neuere *Ohm*-Hersteller auf jene Vorsichtsmaassregeln.

Doch ist bis jetzt noch nirgend eine Untersuchung angestellt worden, die diese Ansicht zuverlässig beweist; im Gegentheil, es liegen Beobachtungen vor, die dieselbe in Frage stellen.

Ich will dies an der Hand der vorliegenden Litteratur näher begründen, um dann auf die von mir in der Sache angestellten Versuche einzugehen, die bestimmt waren, die Frage zu entscheiden.

A. Mögliche Einflüsse und Fehlerquellen.

Bevor ich auf die Litteratur im Einzelnen eingehe, will ich die Punkte feststellen, die bei dieser Untersuchung wesentlich in Betracht kommen.

Wenn sich eine Verschiedenheit im Widerstande einer in einer Glasröhre befindlichen Quecksilbersäule zeigt, je nachdem sie im Vakuum oder unter Zutritt von Luft gefüllt ist, — ich will letztere Füllung von jetzt an der Kürze halber als „gewöhnliche" Füllung, bezeichnen — so sind dafür folgende beiden Gründe denkbar:

1. Die Glaswände sind mit einer Luftschicht behaftet. Bei einer „gewöhnlichen" Füllung wird dieselbe von dem durchfliessenden Quecksilber nicht abgestreift. Die adhärirende Luft verschwindet allmälig, wenn genügend lange evakuirt wird. Hierdurch wird veranlasst, dass nach einer im Vakuum vorgenommenen Füllung der Widerstand der Röhre kleiner gefunden wird als nach einer „gewöhnlichen" Füllung. Und zwar wird für engere Röhren eine verhältnissmässig grössere Widerstandsveränderung eintreten als für weitere, wenn man voraussetzt, dass die an dem Glase haftende Luftschicht in beiden Fällen dieselbe absolute Dicke habe. Nennen wir nämlich: r den inneren Radius einer Kapillare, δ die Dicke der Luftschicht (δ klein gegen r),

so ist: der innere Querschnitt der Kapillare $= r^2\pi$,
der Querschnitt der Luftschicht $= 2r\pi\,\delta$.

Das Verhältniss des Querschnitts der Luftschicht zum ganzen inneren Querschnitt ist daher $= 2\delta/r$, nimmt also mit abnehmendem r zu.

[1]) G. Wiedemann, *Ueber die Bestimmung des Ohm. Wied. Ann. 42. S. 441. (1891.)*

2. Das Quecksilber selbst enthält Luft: unter dieser Voraussetzung kann nur dann eine Verschiedenheit bei beiden Füllungen eintreten, wenn das Quecksilber im einen Fall von Luft befreit ist, was wohl durch Auskochen geschehen muss.

Beide Einflüsse müssen sich in verstärktem Maassstabe geltend machen, wenn der Druck über dem Quecksilber verringert wird. Dann kommen aber noch andere Umstände in Betracht, die Einfluss auf den Widerstand des Quecksilberfadens haben können, die aber, wie gleich zu zeigen, in Rechnung gezogen werden können.

3. Die Glasröhre steht jetzt nämlich aussen unter grösserem Druck als innen; es wird sich also ihr innerer Querschnitt, ihre Länge und demnach auch der Quecksilberwiderstand ändern. Die Grössenordnung dieser Aenderungen lässt sich berechnen. Wir nehmen näherungsweise an, die Glasröhre sei ein regulärer Hohlzylinder, der an den Mantelflächen überall dem gleichmässigen äusseren Druck p_a ausgesetzt ist, während im Innern und auf die Basisflächen der Druck O wirkt. Nennen wir: h die Höhe des Zylinders, r_a den äusseren Radius, r_i den inneren Radius, E den Elastizitätsmodul des Materials des Zylinders, μ das Poisson'sche Verhältniss der Querkontraktion zur Dilatation, und geht durch die Kompression h über in $h + \Delta h$, r_i in $r_i + \Delta r_i$, der Quecksilberwiderstand w in $w + \Delta w$, so ist:

$$w = k \frac{h}{r_i^2 \pi}; \quad \frac{\Delta w}{w} = \frac{\Delta h}{h} - 2 \frac{\Delta r_i}{r_i}.$$

Aus der Theorie der Elastizität ergiebt sich aber:[1])

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{2 \mu p_a}{E} \frac{r_a^2}{r_a^2 - r_i^2}; \quad \frac{\Delta r_i}{r_i} = - \frac{2 p_a r_a^2}{E (r_a^2 - r_i^2)},$$

also:

$$\frac{\Delta w}{w} = \frac{(4 + 2\mu) p_a}{E} \frac{r_a^2}{r_a^2 - r_i^2}.$$

Da für Widerstandsbestimmungen stets dickwandige Kapillaren genommen zu werden pflegen, kann man für unsern Fall näherungsweise setzen: $r_a^2/r_a^2 - r_i^2 = 1$.

Für unsern Fall ist ausserdem in absolutem Maass[2]) angenähert:

p_a (der Druck einer Atmosphäre) $= 10^6$ (c. g. s.)
E (der Elasticitätsmodul des Glases) $= 6 . 10^{11}$ (c. g. s.)
$\mu = 1/4$.

Daher:

$$\frac{\Delta w}{w} = \frac{4{,}5 . 10^6}{6 . 10^{11}} = 7{,}5 . 10^{-6}.$$

Aus dieser Formel ist zu sehen, dass die durch die Deformation der Kapillare hervorgerufene Widerstandsveränderung nur bei einer Genauigkeit der Widerstandsmessung von 0,001% noch eben in Betracht kommt.

4. Das Quecksilber selbst hat unter verschiedenen Drucken verschiedenen Widerstand[3]), und zwar verringert sich der Widerstand mit zunehmendem Druck.

---

[1]) Vergl. z. B. C. Bach: *Elastizität und Festigkeit*, Berlin, Julius Springer, *1889—90, S. 333.* Wird dort $\sigma_x = O$ gesetzt, so erhält man statt der Formeln S. 346 für ε_1, ε_2, ε_3 andere, aus denen die obigen Gleichungen folgen; es ist nämlich $\varepsilon_1 = \Delta h/h$, $\varepsilon_2 = \zeta/z$, also für $z = r_i$: $(\varepsilon_2)_{z=r_i} = \Delta r_i/r_i$; ausserdem $\alpha = 1/E$; $m = 1/\mu$.

[2]) Everett, *Physikalische Einheiten und Konstanten*, deutsch von Chappuis u. Kreichgauer. *Leipzig 1888, S. 43.*

[3]) R. Lenz: *De l'influence exercée sur la résistance galvanique du mercure par la pression, à laquelle il est soumis. Stuttgart 1882. Beibl. 6. S. 802.*

Nach den neueren sorgfältigen Untersuchungen von Barus[1]), bei denen auch auf die Deformation des Glases Rücksicht genommen ist, gilt für das Druckintervall von 10 bis 400 Atmosphären die Formel:

$$\frac{\Delta w}{w} = -3{,}0 \,.\, 10^{-5}\, \Delta p,$$

worin w der Widerstand des Quecksilbers, p der Druck in Atmosphären.

Nimmt man an, dass diese Formel auch für das Intervall 0 bis 1 Atmosphäre anwendbar ist, so folgt, dass der Widerstand bei um eine Atmosphäre verringertem Druck um 0,003% grösser erscheinen muss als bei Atmosphärendruck.

B. Litteratur.

Ich will zunächst diejenigen Versuche besprechen, aus denen zu folgen scheint, dass kein Einfluss der Luft in messbarem Betrage existirt.

I. Von der Firma Siemens & Halske[2]) ist bei der Wiederherstellung von Normalröhren 1881 folgender Versuch angestellt worden. Man wollte durch Verringerung des Luftdrucks über dem Quecksilber nach einer „gewöhnlichen" Füllung sehen, ob die zwischen Quecksilber und Glas angenommene Luftschicht sich soviel vergrösserte, dass die dadurch hervorgerufene Widerstandsänderung messbar würde. Zu diesem Zwecke wurde eine der Normalröhren sammt den zugehörigen Elektrodengefässen in einen luftdicht verschliessbaren Rezipienten gesetzt, der zur Konstanthaltung der Temperatur halb mit Wasser gefüllt war. Die Luft wurde ausgepumpt und eingelassen und jedesmal der Widerstand bestimmt. Es konnte keine Veränderung konstatirt werden.

Die Röhre war wie die anderen mit Quecksilber so gefüllt worden, dass man zuerst das eine angesetzte Gefäss füllte und dann das Quecksilber durchlaufen liess. Es kann also angenommen werden, dass eine Luftschicht zwischen dem Glas und dem Quecksilber existirt. Hiernach hätte man eine Vergrösserung des Widerstandes bei der Verminderung des Druckes erwarten sollen. Es war den Beobachtern nicht bekannt, dass eine solche ohnedies eintreten musste, wenn auch nur in dem kleinen Betrage von 0,003% (s. o.), da das Quecksilber sich in beiden Fällen unter Drucken befand, die sich um nahezu eine Atmosphäre von einander unterschieden. Da eine Vergrösserung des Widerstandes nicht beobachtet wurde beim Evakuiren, so ergiebt sich daraus, dass jedenfalls von einem erheblichen Einfluss der Luft nicht die Rede sein kann.

II. Mascart, de Nerville und Bénoit[3]) untersuchten, ob entweder bei der vorzunehmenden Wägung des Quecksilberinhaltes oder für die Widerstandsbestimmung die Füllung im Vakuum einen Unterschied gegen die „gewöhnliche" Füllung gebe.

Für die Wägung des Inhaltes der Glasröhre war gewöhnlich das umgebogene eine Ende der Röhre in ein Gefäss voll Quecksilber getaucht und am andern Ende das Quecksilber angesaugt worden; die Länge der angesaugten Säule wurde gemessen, die Röhre entleert und das Quecksilber gewogen. Zum Unterschied

[1]) C. Barus: *The effect of pressure on the electrical conduction of liquids*, *Amer. Journ. of Sciences III.* **40.** *S. 219. 1890. Beibl.* **14.** *S. 1126.*

[2]) *Réproduction de l'unité à mercure dans l'établissement Siemens et Halske 1881/82. Berlin 1882. Beibl.* **7.** *S. 129.*

[3]) Mascart, de Nerville et Bénoit: *Résumé d'expériences sur la détermination de l'Ohm. Paris 1884. S. 65. Beibl.* **8.** *S. 719.*

davon wurde einmal das umgebogene Ende zu einer Spitze ausgezogen und zugeschmolzen, die Röhre mit der Quecksilberluftpumpe in Verbindung gebracht, und als das Vakuum erreicht war, die Spitze unter Quecksilber abgebrochen, so dass dasselbe in die Röhre stieg. Die dann gewogene Quecksilbersäule ergab für den mittleren Querschnitt der Kapillare kein abweichendes Resultat.

Für die Widerstandsmessung war die Röhre gewöhnlich im Vakuum gefüllt worden; das an dieselbe luftdicht befestigte weitere Gefäss *A* (Fig. 1) konnte durch eingeschliffene Glasstöpsel verschlossen werden, von denen der eine innen durchbohrt war und so das Gefäss einerseits an eine Luftpumpe anschloss, andererseits an ein unter Quecksilber in einem Gefäss *B* offen endigendes Rohr, welches eine vertikale Länge von mindestens 80 *cm* besass. War das Vakuum erreicht, so wurde das Quecksilbergefäss *B* weiter angefüllt, bis das Quecksilber nach *A* überfloss.

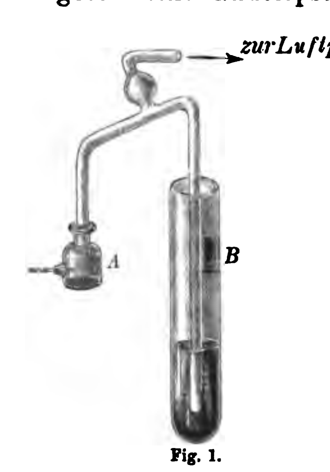


Fig. 1.

Im Gegensatz zu dieser Füllung wurde auch einmal eine „gewöhnliche“ vorgenommen; dieselbe lieferte aber ein mit den andern durchaus übereinstimmendes Resultat.

Diese Versuche beweisen, dass der Punkt 1 auf S. 267 keinen merklichen Einfluss ausübt, da die Widerstandsmessungen und Wägungen so genau angestellt wurden, wie es mit den heutigen Mitteln möglich ist. Dagegen sagen sie nichts über den Punkt 2, da das Quecksilber vor der Einfüllung nicht luftfrei gemacht wurde.

III. Letzteres wurde ausgeführt in einem Versuch von Strecker[1]). Dieser nahm ein Rohr von etwa 0,6 *qmm* innerem Querschnitt, mit angeblasenen Erweiterungen, von denen die eine durch eine Röhre mit einem Quecksilber enthaltenden Gefäss in Verbindung stand, die andere an die Quecksilberluftpumpe angeschlossen werden konnte. In den Apparat brachte er stark mit Luft geschütteltes Quecksilber, liess die Röhre voll laufen und maass den Widerstand. Nun liess er das Quecksilber wieder in das mit dem Apparat in Verbindung stehende Reservoir laufen, pumpte die Luft aus, erhitzte das Quecksilber zum Sieden, um es luftfrei zu bekommen, und schmolz schliesslich den ganzen Apparat luftfrei zu. Als dann wieder der Widerstand der mit Quecksilber gefüllten Röhre gemessen wurde, ergab sich eine geringe Vergrösserung des Widerstandes um 0,004%, welche Strecker indess Beobachtungsfehlern glaubte zuschreiben zu können.

Hier würde man nach 1. und 2. auf Seite 267 erwarten, dass der Widerstand bei der zweiten Füllung sich verringerte, während sich nach 4. wieder eine Vergrösserung um 0,003% berechnen lässt, da zum Schluss der Atmosphärendruck nicht wiederhergestellt wurde. Wenn nun thatsächlich eine Vergrösserung beobachtet wurde, in ungefähr dem angeführten Betrage, so folgt daraus, dass die Punkte 1. und 2. keinen erheblichen Einfluss üben können. Der Versuch ist also schon beweisend, kann jedoch, da nur einmalig ausgeführt, nicht dazu dienen, die Frage zu entscheiden, zumal da gegentheilige Resultate auch gefunden worden sind.

[1]) K. Strecker: *Ueber eine Reproduktion der Siemens'schen Quecksilbereinheit. Wied. Ann.* **25.** *S. 472. (1885).*

Zu diesen wollen wir jetzt übergehen.

IV. Lorenz[1]) fand, als er mit Quecksilber „gewöhnlich“ gefüllte gebogene Glasröhren von bezw. 1 *mm* und 0,1 *mm* innerem Durchmesser unter die Glocke der Luftpumpe brachte, eine kleine Abnahme des Widerstandes, welche bei der engeren Kapillare bis zu 0,076% ging, und welche auch nach Wiederherstellung des Atmosphärendruckes bestehen blieb. Er erklärt dies dadurch, dass eine thatsächlich vorhandene Luftschicht beim Evakuiren ausgesaugt wurde; dies sei dadurch ermöglicht worden, dass die Enden der Röhren vertikal standen. Bei horizontal liegenden Röhren zeigte sich eine Widerstandsveränderung nicht. Mir scheint, dass, wenn durch Abtrennung der Luftschicht eine Verringerung des Widerstandes erfolgt, dieselbe so dick sein muss, dass durch ihre Erweiterung bei sinkendem Druck eine Vergrösserung des Widerstandes messbar wäre. Als beweisend können also die Lorenz'schen Versuche nicht angesehen werden.

V. Wichtiger erscheinen die Behauptungen des letzten anzuführenden Beobachters R. Lenz. Dieser hat, was voraus bemerkt werden mag, nur mit Kapillaren von sehr kleinem Querschnitt gearbeitet; derselbe betrug nur 0,07 *qmm*[2]), was einem inneren Durchmesser von 0,3 *mm* entspricht. Bei so engen Röhren können natürlich Füllungsfehler von relativ grossem Einfluss leichter vorkommen. Lenz brauchte bei der Reinigung als letztes Lösungsmittel Alkohol, welcher in neuerer Zeit für diese Zwecke aufgegeben ist.

Lenz hat zunächst in einer kleinen Abhandlung über den Einfluss des Druckes auf den Widerstand des Quecksilbers[3]) zwei verschiedene Arten der Füllung der dabei benutzten Glasröhren angewandt. Einmal wurde das Quecksilber auf „gewöhnliche“ Weise durchgesaugt, das andere Mal die Röhre in Verbindung mit einem Weinhold'schen Quecksilberdestillirapparat gebracht, darin ein möglichst vollkommenes Vakuum hergestellt und das Quecksilber in die Widerstandsröhre hineindestillirt. Er fand, dass der Widerstand der Röhre im ersten Fall um 0,12% grösser war als im zweiten. Da die Messungen als provisorische nicht sehr genau waren, so legt Lenz auf die Zahlenangabe keinen grossen Werth.

Wichtiger ist, dass qualitativ dasselbe Resultat sich in seinen späteren Arbeiten wiederfindet, die sehr sorgfältig ausgeführt und ausführlich beschrieben sind. In beiden in Betracht kommenden Arbeiten ist das uns Interessirende allerdings nur nebenbei gefunden worden.

In der ersten Arbeit[4]) fand Lenz von 13 untersuchten, auf verschiedene Weise gereinigten Quecksilberproben nur bei einer eine merkbare Abweichung des Leitungsvermögens; und zwar war dasselbe um 0,05% zu klein. Diese Abweichung konnte nicht von metallischen Verunreinigungen herrühren, da dieselben bekanntlich[5]) alle das Leitvermögen des Quecksilbers vergrössern. Die betreffende Probe war nach der Siemens'schen Methode mit konzentrirter Schwefelsäure unter Zusatz einiger Tropfen Salpetersäure in der Wärme behandelt, dann nach Abguss

[1]) Lorenz: *Bestimmung der elektrischen Widerstände von Quecksilbersäulen in absolutem elektromagnetischem Maasse. Wied. Ann.* **25.** *S. 9. (1885).*

[2]) In dem Referat *Beibl.* **8.** *S. 39* steht fälschlich 0,7 *qmm.*

[3]) S. Anm. 3. S. 268.

[4]) R. Lenz. *Études électrométrologiques I. Des résistances du mercure épuré de différentes manières. St.-Pétersbourg 1883. Beibl.* **8.** *S. 39.*

[5]) Wiedemann, *Elektrizität. 3. Aufl. 1882. 1. Bd. S. 530.*

der Säure filtrirt und in die Widerstandsröhre wie die übrigen Proben eingefüllt. Die Einfüllung geschah hier dadurch, dass eines der Endgefässe, in welche die Röhre gesteckt war, bis über die Einmündung der Röhre, das andere bis etwas unter dieselbe mit Quecksilber angefüllt, dann das Quecksilber durchgesaugt, schliesslich beide Gefässe gleich hoch angefüllt wurden. Bei der besprochenen Probe schien ein Füllungsfehler ausgeschlossen, da bei drei verschiedenen Füllungen das gleiche Resultat gefunden wurde; vor der dritten Füllung war ausserdem die Röhre nochmals gereinigt und getrocknet worden. Da nun der Widerstand grösser gefunden wurde, so könnte man vermuthen, dass Säure im Quecksilber zurückgeblieben war; dieselbe konnte aber durch chemische Mittel nicht nachgewiesen werden. Ich glaube auch, dass man die Abwesenheit der Säure annehmen kann, da das Quecksilber vor dem Einfüllen zweimal durch Fliesspapier filtrirt war; ich habe bei Versuchen mit Widerstandsmessung gefunden, dass dies völlig genügend war. Wenn man nun annimmt, dass keine Säure im Quecksilber zurückgeblieben war, und dass auch kein Füllungsfehler vorlag, so muss die folgende Lenz'sche Erklärung als die einzig plausible erscheinen. Die besprochene Sorte Quecksilber war nämlich die einzige, die nicht längere Zeit im Vakuum gestanden hatte, konnte also Luft enthalten. Ein Beweis der Annahme, dass Luftgehalt den Unterschied bedingte, hätte aber gefordert, dass erstens eine Portion des besprochenen Quecksilbers im Vakuum aufbewahrt, zweitens eine beliebige andere Sorte so behandelt worden wäre, dass sie Luft aufnehmen konnte.

Es wurde auch der Versuch mit den zwei verschiedenen oben erwähnten Einfüllungsarten gemacht bei einer und derselben Sorte; doch zeigte sich nur eine geringe Verkleinerung (um 0,004%) des Widerstandes durch die Einfüllung vermittels Destillation im Vakuum, eine Verkleinerung, welche die Beobachtungsfehler nicht überstieg. Lenz glaubt daraus folgern zu können, dass es viel mehr darauf ankommt, das Quecksilber luftfrei zu machen, wie die Einfüllung selbst im Vakuum vorzunehmen. Wenn man aber den ersten Versuch nicht als beweisend anerkennt, folgt aus dem zweiten nur, dass, wie wir schon oben bestätigt fanden, Punkt 1) auf S. 267 keinen erheblichen Einfluss ausübt.

In der andern zu erwähnenden Arbeit[1]) wurden zur Bestimmung des Temperaturkoëffizienten des Quecksilbers zwischen 0° und 100° zwei Röhren verwendet, von denen die eine x mit frisch destillirtem Quecksilber durch Ansaugen auf „gewöhnliche“ Weise gefüllt wurde, die andere y durch Destillation im Vakuum. Beide Röhren wurden mit zwei andern, K und N, verglichen, die während der ganzen Bestimmung auf der Temperatur 0° C gehalten wurden. Nachdem die Messungen bei 0°, 100°, 75°, 50°, 25° gemacht waren, wurden die beiden Röhren noch einmal bei 0° mit den Vergleichsröhren kontrolirt, von denen man annehmen konnte, dass sie ihren Widerstand nicht geändert hatten. Unter dieser Annahme ergab sich, dass der Widerstand von y, der durch Destillation gefüllten Röhre, unverändert geblieben war, während der Widerstand von x um 0,27% (!) abgenommen hatte. Diese Abnahme war jedenfalls einem Verlust an Luft zu verdanken, weil während der Erwärmung auf 100° einmal eine Stromunterbrechung im Quecksilber zu konstatiren war, die nur durch Ansaugen auf der einen Seite sich heben liess.

Dass der Widerstand nach dem Erwärmen sich kleiner zeigte, ist allerdings

[1]) R. Lenz et N. Restzoff, *Études électrométrologiques II. De l'influence de la température sur la résistance du mercure. St.-Pétersbourg 1884. Beibl. 8. S. 592.*

ganz analog den oben referirten Beobachtungen von Lorenz über die Abnahme des Widerstandes beim Evakuiren. Doch glaube ich, kann man auch hier aus der Thatsache, dass bei der Erwärmung sich einmal eine Unterbrechung des Stromes herausstellte, dann auch aus der verhältnissmässig bedeutenden Grösse der Widerstandsveränderung die Vermuthung begründen, dass ein Füllungsfehler vorlag.

Ein Kontrolversuch fehlt. Lenz selbst hält die Resultate nicht für beweisend und äussert am Schluss der zweiten Abhandlung die Absicht, der Frage in einer Spezialuntersuchung näher zu treten. Eine solche ist aber bis jetzt nicht erschienen.

C. Eigene Versuche.

Aus der vorstehenden Litteraturübersicht ist zu ersehen: Obwohl mit einiger Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, dass diejenigen Recht haben, die einen Einfluss der Luft im angeführten Sinne leugnen, ist doch die Sache nicht definitiv entschieden. Zur Entscheidung scheinen sich am besten Versuche von der Form zu eignen, wie sie Strecker ausgeführt hat. Ich habe deshalb bei meinen Versuchen sein Versuchsprinzip beibehalten und mir nur durch die Konstruktion des Apparates ausserdem die Möglichkeit verschafft, über dem Quecksilber beliebig zu evakuiren oder den Atmosphärendruck wiederherzustellen. Hierdurch konnte ich die Veränderung des Widerstandes messen, die bei einer Verringerung des Druckes über dem Quecksilber um etwa eine Atmosphäre eintritt. Endlich habe ich die Untersuchung auf verschieden enge Kapillaren ausgedehnt.

Die Versuche wurden begonnen im physikalischen Institut der Universität Strassburg auf Anregung und unter Leitung von Herrn Prof. Dr. F. Kohlrausch, fortgesetzt und beendigt im elektrotechnischen Laboratorium der technischen Hochschule Dresden, woselbst mir Herr Prof. Dr. Fr. Stenger vielfach mit Rath und That zur Seite stand. Ich benutze die Gelegenheit, um beiden Herren meinen Dank für ihre mir zu Theil gewordene Unterstützung auszusprechen.

I. Apparat.

Zur Untersuchung kamen nacheinander drei verschieden weite Kapillaren:

Nummer	Innerer Querschnitt q	Innerer Durchmesser d	Quecksilberwiderstand w
I	0,61 *qmm*	0,88 *mm*	0,96 *Ohm*
II	0,15 „	0,44 „	2,9 „
III	0,057 „	0,27 „	6,8 „

Mit Verwendung jeder dieser Kapillaren wurde nach Vorversuchen, die ich übergehe, schliesslich ein gleich zu beschreibender Apparat aus Glas zusammengeblasen, der ermöglichen sollte, folgende Operationen vorzunehmen: 1. Einfüllung von Quecksilber auf „gewöhnliche“ Weise. 2. Herstellung eines Vakuum über dem eingefüllten Quecksilber. 3. Befreiung des zu benutzenden Quecksilbers von Luft und Destillation desselben im Vakuum. 4. Einfüllung destillirten Quecksilbers im Vakuum. 5. Wiederherstellung des Atmosphärendrucks über dem Quecksilber.

Der Apparat hatte folgende Gestalt (s. Fig. 2). Die Kapillare C wurde zu einer Spirale[1]) gebogen, um bequemer mit ihr hantiren zu können; die Axe derselben war vertikal, und sie mündete mit ihren der Axe parallelen Enden in je ein etwa 1,5 bis 2 *cm* weites Rohr $A\,B$, welches zur Aufnahme der Elektroden diente. Als solche waren — entsprechend der gewählten Widerstandsmessmethode (s. u.) — je zwei Platindrähte über einander eingeschmolzen, von einander bezw. von der Mündung der Kapillare 1 bis 2 *cm* entfernt. Das Rohr B ging nach oben in ein mit Hahn versehenes Rohr über, so dass es nach Belieben abgesperrt werden oder mit der Atmosphäre kommuniziren konnte. Das Rohr A erweiterte sich 2 *cm* über den Platindrähten soviel, dass es bei horizontaler Lage in dieser Ausweitung D das ganze für die Füllung gebrauchte Quecksilber vor dem Einlaufenlassen in die Kapillare aufnehmen konnte. D stand durch eine horizontal umgebogene Röhre R_1 von 6 bis 8 *mm* Weite mit einem Kolben K in Verbindung, in welchem das Quecksilber ausgekocht und aus welchem es nach D überdestillirt werden sollte. Deshalb war über R_1 ein Wasserkühler W mittels Korkpfropfen geschoben. Von R_1 zweigte sich, ebenfalls horizontal, seitlich ein Rohr R_2 ab, welches in den inneren Theil eines Glasschliffes endigte. Durch R_2 wurde das Quecksilber in den Apparat gebracht, und zwar nach Bedürfniss in den Kolben K oder in das Reservoir D. Der Schliff diente dazu, den Apparat an eine Kundt'sche Glasfeder und vermittels dieser an eine Töpler-Hagen'sche Quecksilberluftpumpe anzuschliessen. Die Glasfeder besass noch einen seitlichen Ansatz mit Hahn, um nach Abschluss der Luftpumpe die Luft von dieser Seite in den Apparat eintreten lassen zu können, wenn das Quecksilber die Kapillare anfüllte; von der anderen Seite trat gleichzeitig die Luft durch den Hahn von B ein. Wenn der Hahn der Glasfeder mit dem von B durch einen Druckschlauch verbunden wurde, konnte bei gefüllter Kapillare die Luft gleichzeitig in A und B über dem Quecksilber ausgepumpt werden.

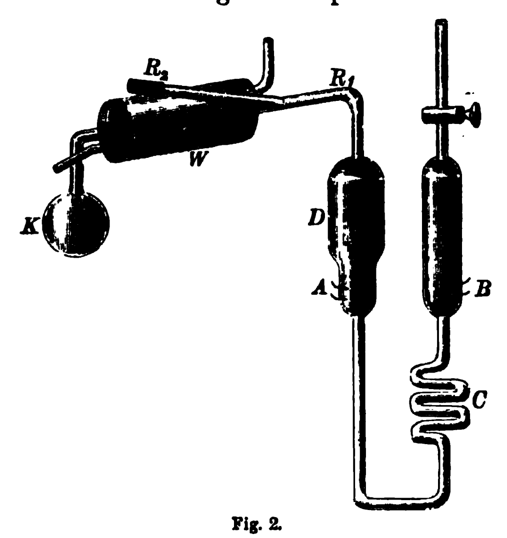


Fig. 2.

II. Widerstandsmessung.

Da der vorstehend beschriebene Apparat nur mit Platinelektroden verwendet werden konnte, bei diesen aber der Uebergangswiderstand zum Quecksilber ziemlich gross und nicht konstant ist, so musste eine Methode der Widerstandsbestimmung angewandt werden, bei welcher der Einfluss der Uebergangswiderstände verschwindet oder doch so klein gemacht werden kann, dass dadurch keine merklichen Fehler zu fürchten sind. Es wurde deshalb bei den Vorversuchen in Strassburg die Methode des übergreifenden Nebenschlusses von F. Kohlrausch

[1]) Anmerkung: Bei dieser Gestalt der Kapillare kann, wenn innerhalb evakuirt ist, der äussere Luftdruck ausser der Verringerung des inneren Querschnitts auch eine Verbiegung hervorrufen. Auch hierdurch könnte eine Widerstandsänderung der in der Kapillare befindlichen Quecksilbersäule eintreten. Ich habe mich aber durch Versuche überzeugt, dass selbst ziemlich beträchtliche Verbiegungen eine merkliche Widerstandsänderung nicht ergeben.

angewandt. Leider stand zu den definitiven Versuchen in Dresden ein geeignetes Differentialgalvanometer nicht zur Verfügung, wohl aber ein Thomson'sches Galvanometer von hoher Empfindlichkeit, und es wurde deshalb zur Methode der Thomson'schen Brücke übergegangen (s. Fig. 3).

Vor die Stromquelle E, einen Akkumulator, wurde bei den verschiedenen Kapillaren ein Widerstand W von 10, 20, bezw. 45 *Ohm* vorgeschaltet; hierdurch wurde erreicht, dass selbst bei längerem Stromschluss eine Veränderung des Widerstandsverhältnisses durch Erwärmung nicht merkbar wurde. Das benutzte Thomson'sche Galvanometer von Elliot Brothers hatte eine sehr hohe Empfindlichkeit, so dass es an diesem nicht lag, wenn die Genauigkeit der Messung nicht noch über 0,001% gesteigert werden konnte.

Zu jeder der Kapillaren H wurde ein besonderer Vergleichswiderstand N auf eine Holzrolle aus altem Holz aufgewickelt, zu I aus Nickelin (Temperaturkoëffizient = 0,00016), zu II und III aus Nickelmangankupfer (Temperaturkoëffizient $< 0,00001$). N war ein wenig grösser — um etwa 0,5% bei der Beobachtungstemperatur — als der Quecksilberwiderstand H, so dass durch Parallelschaltung eines grossen Rheostatenwiderstandes S eine völlige Abgleichung erzielt werden konnte. Die Vergleichswiderstände zeigten, wenn auch keine absolute, so doch hinreichende Konstanz, da nur gefordert wurde, dass sie im Laufe eines Beobachtungstages sich nicht änderten. Dies wurde regelmässig kontrolirt durch Wiederholung der letzten Messung am folgenden Tage; es war einige Mal nöthig, die Messungsresultate zu verwerfen, da N sich über Nacht merklich geändert hatte. Die Aenderung war am stärksten bei dem Vergleichswiderstand aus Nickelin; doch auch die Widerstände aus Nickelmangankupfer zeigten sich, trotz vorhergegangener Erwärmung auf 100°, nicht ganz konstant. Dies war wohl darauf zurückzuführen, dass die Verlöthung mit den dicken kupfernen Zuleitungsdrähten nicht hart ausgeführt wurde, weil die Gelegenheit dazu fehlte. Im Rheostaten S, der mit der erforderlichen Genauigkeit kalibrirt war, waren so hohe Widerstände erforderlich, dass die Temperaturkorrektion selten die Beobachtungsfehler überstieg.

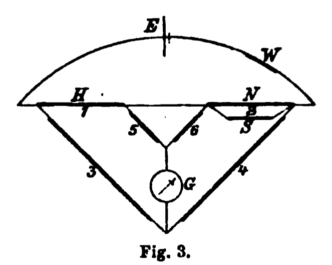


Fig. 3.

Die Widerstände N und H wurden in ein gemeinsames Petroleumbad eingehängt und die Messung erst dann gemacht, wenn nach längerem Rühren zwei in dasselbe eingetauchte, in Zehntel-Grad getheilte Normalthermometer auf mindestens 0,03° übereinstimmten; dann konnte aus der Annahme des Mittels ihrer Ablesung als gemeinsame Temperatur ein Fehler von höchstens 0,002% im Widerstande entstehen. Da aber N im Falle der Kapillaren II und III einen viel kleineren Temperaturkoëffizienten hatte als H, so wurde bei diesen nur die Ablesung des nahe bei H befindlichen Thermometers zur Temperaturbestimmung benutzt; dadurch wurde der begangene Fehler noch kleiner, da die Ablesungen vor und nach der Widerstandsbestimmung selten um mehr als 0,01° differirten. Die Kalibrirung der Thermometer zeigte, dass die Kaliberfehler die Ablesungsfehler nicht überstiegen.

Durch besondere Vorversuche wurde zwischen nicht zu weiten Grenzen die Veränderlichkeit der Differenz $D = N - H$ mit der Temperatur, der „relative Temperaturkoëffizient", bestimmt, während die Hauptversuche möglichst nahe bei der Mitteltemperatur dieser Bestimmung ausgeführt wurden. So z. B. wurde bei

Kapillare III der relative Temperaturkoëffizient zwischen 14°,5 und 19°,6 bestimmt, während die Hauptversuche in der Nähe von 17° ausgeführt wurden und kein Versuch unter 15°,5 oder über 18°,5.

Die Widerstände 3 und 4 der Thomson'schen Brücke bestanden aus einem bifilar gewickelten Nickelmangankupferdraht von im Ganzen 91,5 *Ohm*. Von der bis auf 0,002% genau bestimmten Mitte desselben war die Zuleitung zum Galvanometer abgezweigt. Die Rolle war in einen Kasten voll Paraffin gebettet.

Die Widerstände 5 und 6 betrugen je 100 *Ohm*.

Mit Berücksichtigung aller Korrektionen war die Messung nach der beschriebenen Methode so genau, dass die Beobachtungsfehler einer einzelnen Bestimmung immer unter 0,002% lagen. Da immer mindestens zwei Beobachtungen hintereinander gemacht wurden, und wenn dieselben nicht innerhalb 0,001% übereinstimmten, drei oder vier, so wird das Mittel aus denselben auf 0,001% zuverlässig sein.

Die Berechnung des Widerstandes aus dem beobachteten Nebenschluss S ergab sich sehr bequem und rasch auf folgende Weise. Die Differenz $D = N - H$ wurde berechnet nach der Formel:

$$H = \frac{NS}{N+S}; \quad H(D+H+S) = (H+D)\,S; \quad D = \frac{H^2}{S-H}.$$

H war vorher auf etwa 0,1% genau bestimmt worden, und der Werth von H^2 wurde für die in Betracht kommenden Temperaturen tabellarisch aufgetragen unter Annahme des Temperaturkoëffizienten $\alpha = 0{,}00090$ für Quecksilber. D wurde dann vermittels des vorher bestimmten relativen Temperaturkoëffizienten auf eine bestimmte Mitteltemperatur reduzirt. Ein Beispiel (Kapillare III) mag diese Rechnung erläutern:

S		t_H	t_N	$t_S = 20°$	
1774 *Ohm*	vor	17°,42	17°,435	$lg\,(H_t^2) = 1{,}6729$	$D_{17°} = 0{,}02915$
	nach	17,43	17,44	$lg\,(S-H) = 3{,}2473$	
				$lg\,D_{17°,425} = 0{,}4256 - 2$	
				$D_{17°,425} = 0{,}02664$	

$$+\,0{,}00591^{*)}\,(17°{,}425 - 17°{,}00) = 0{,}00251.$$

*) 0,00591 ist der oben definirte relative Temperaturkoëffizient.

III. Verlauf der Versuche.

Der oben beschriebene Apparat wurde gereinigt unter folgeweiser Anwendung von: 1. $K_2\,Cr_2\,O_7$ mit Schwefelsäure im heissen Zustande, nach dem Vorgange von Lenz[1]) und neuerdings der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt[2]). (Dies wurde bei Kapillare I noch nicht angewandt.) 2. Konzentrirte Salpetersäure. 3. Kalilauge. 4. Destillirtes Wasser in mehrmaliger Wiederholung.

Dann wurde der Apparat getrocknet, indem durch Baumwolle filtrirte Zimmerluft durchgesaugt wurde unter Erwärmung einzelner Theile des Apparates, namentlich der Kapillare. Es wurde absichtlich die durchgesaugte Luft nicht vorher getrocknet, um zu sehen, ob auch ohne diese Vorsichtsmaassregel die Trocknung befriedigend durchgeführt werden konnte. Der Kolben K wurde durch

[1]) R. Lenz. *Études électrométrologiques I. S. 38.*

[2]) St. Lindeck. *Ueber eine Herstellung von Normalquecksilberwiderständen. Diese Zeitschr. 1891. S. 180.*

oftmaliges Auspumpen unter Erwärmung und Wiedereinlassen von trockner Luft getrocknet.

Dann wurde Quecksilber, welches nach dem Bezuge aus der Fabrik längere Zeit unter häufigem Schütteln unter etwa 10prozentiger Salpetersäure gestanden hatte und dann mit Wasser gewaschen und bei 150° in offener Schale getrocknet war, einfiltrirt, so dass es sich in *D* ansammelte. Es folgte eine „gewöhnliche“ Füllung: der Apparat wurde langsam aufgerichtet, bis das Quecksilber durch die Kapillare nach *B* floss. Durch Saugen an der Wasserstrahlpumpe wurde die Herstellung gleichen Niveaus in *A* und *B* beschleunigt. Das Niveau stand gewöhnlich etwa 1 *cm* hoch über dem obersten Platindraht; doch wurde durch Versuche konstatirt, dass eine Veränderung des Widerstandes kaum zu bemerken war, wenn einmal die Platindrähte nur eben überdeckt waren, das andere Mal das Quecksilber mehrere Zentimeter hoch darüber stand.

Nun wurde der Widerstand gemessen. Bei Anwendung der Kapillare III wurde auch eine Verminderung des Luftdrucks ausgeführt, um aus der Grösse der dabei eintretenden Widerstandsänderung einen Schluss auf die Exaktheit der Füllung machen zu können.

Nach der Messung des Widerstandes wurde durch Ansaugen der Luft aus *A* vermittels der Wasserstrahlpumpe alles Quecksilber aus *B* und *C* nach *A* geschafft. Hierbei durfte nur mit mässiger Druckerniedrigung gesaugt werden, weil bei zu schnellem Ausfliessen des Quecksilbers aus der Kapillare leicht Tröpfchen in derselben stecken blieben; es wurde auch noch die Vorsicht angewandt, beim Ausfliessen des Quecksilbers den Apparat so zu neigen, dass das letzte Ende des Quecksilberfadens überall von oben nach unten floss. Auf diese Weise konnte jedes Steckenbleiben von Quecksilbertröpfchen in der Kapillare vermieden werden, ein Zeichen für die gute Reinigung der Röhre.

Das Quecksilber wurde nunmehr nach *K* gebracht, und man schritt zur Untersuchung im Vakuum. Der Apparat wurde an die Quecksilberluftpumpe angeschlossen und hatte dabei die Stellung, dass R_2 wie gewöhnlich horizontal lag, aber *K*, statt seitlich von *A*, *B*, *C*, nach unten kam, also der Apparat um R_2 als Axe um 90° verdreht war. Gestützt wurde der Apparat wie immer nur durch Einspannen des Kühlers *W* in ein Stativ. Die Luft wurde zunächst bis zu einem Druck von höchstens 0,1 *mm* Quecksilbersäule verdünnt; der Druck wurde aus dem Grössenverhältniss der die Pumpe unter Atmosphärendruck verlassenden Luftblase zum Inhalt des Pumpenreservoirs geschätzt. Dann wurde das Quecksilber so lange zum Sieden erhitzt, bis keine Luftblasen an der Gefässwand mehr sichtbar waren. Dabei funktionirte der Kühler *W*. Nun wurde weiter evakuirt, der Apparat um R_2 als Axe um 180° zurückgedreht, so dass *K* nach oben kam. In dieser Stellung des Apparates wurde das Quecksilber aus *K* nach *D* überdestillirt. Erst nachdem dies geschehen war, nach Verlauf von etwa drei Stunden nach dem Anschluss an die Pumpe, war es möglich, die Evakuirung vollkommen durchzuführen bis auf etwa 0,001 *mm* Quecksilberdruck, also etwa ein Millionstel des Atmosphärendrucks; denn die Luft brauchte namentlich bei der engsten Kapillare so viel Zeit, um aus *B* durch die Kapillare zur Pumpe zu wandern.

Nach der Erreichung des möglichst vollkommenen Vakuums wurde der Apparat wieder in seine Normallage zurückgedreht, so dass das Quecksilber durch die Kapillare nach *B* floss. Nach geraumer Zeit (bei Kapillare III über eine Stunde) war das Niveau in *A* und *B* so weit gleich, dass zur Widerstandsbestimmung

geschritten werden konnte. Es wurde eine Messung gemacht, während im Apparat noch das Vakuum herrschte; dann wurden die Hähne gleichzeitig geöffnet, so dass der Atmosphärendruck über dem Quecksilber wiederhergestellt wurde, und die Widerstandsbestimmung wiederholt.

Hiermit war der Versuch eigentlich beendigt. Doch wurde noch eine Kontrolbestimmung gemacht, indem das Quecksilber aus der Kapillare ausgesaugt und in „gewöhnlicher" Füllung wieder durchgeschickt wurde. Die jetzt vorgenommene Widerstandsbestimmung musste das gleiche Resultat geben wie die erste der ganzen Versuchsreihe.

Um noch grössere Sicherheit zu erlangen, wurde mit jeder Kapillare auch ein Versuch in etwas abgeänderter Form angestellt. Es wurde sofort das Quecksilber nach K eingefüllt und der Apparat an die Luftpumpe angeschlossen.

Ausser den anderen beschriebenen Manipulationen wurde aber noch die Kapillare vermittels eines Bunsenbrenners stückweise auf so hohe Temperatur erhitzt, dass die Flamme gelbe Farbe annahm. Durch diese Operation sollte die dem Glase hartnäckig anhaftende Luftschicht entfernt werden. Gleichzeitig aber trat eine Deformation der Röhre ein, die den Widerstand gegen früher veränderte; deshalb wurde auf eine Widerstandsbestimmung vor der Evakuirung verzichtet. Die zum Schluss vorzunehmende „gewöhnliche" Füllung wurde nicht unmittelbar nach dem Aussaugen des Quecksilbers aus der Kapillare ausgeführt, sondern der Luft möglichst Zeit gegeben, sich wieder an das Glas anzusetzen. Der Apparat wurde längere Zeit der Luft ausgesetzt, zum Theil unter Durchsaugen eines Stromes von Zimmerluft. Hierbei wurde wieder absichtlich die Luft vor dem Eintritt in den Apparat nicht getrocknet, um den etwaigen Einfluss einer Wasserhaut am Glase zu entdecken. Schliesslich wurde auch noch stark mit Luft geschütteltes Quecksilber in den so gelüfteten Apparat untersucht. Die für eine Versuchsreihe erforderliche Zeit betrug ein bis anderthalb Tage.

IV. Beobachtungsresultate.

a. Kapillare I.

$q = 0{,}61\ qmm$; $d = 0{,}88\ mm$; $w = 0{,}96\ Ohm$.

Mit der Kapillare I waren die schon erwähnten Vorversuche angestellt worden. Bei diesen fehlte an dem Apparat der Kolben K, und es wurde demgemäss das Quecksilber, welches sich während des Evakuirens in D befand, nicht durch Auskochen von Luft befreit. Es wurden dieselben Resultate erhalten wie später; ich will dieselben aber, weil die Versuche nicht mit derselben Sorgfalt angestellt waren, nicht anführen.

Es wurden zwei definitive Versuchsreihen ausgeführt, deren Ergebnisse in folgender kleinen Tabelle enthalten sind:

	1. Versuch $D_{14{,}00}$	2. Versuch Röhre erhitzt $D_{16{,}00}$
Gewöhnliche Füllung vor dem Evakuiren	0,00641	—
Füllung im Vakuum, über dem Hg Druck 0	639	0,00497
„ „ „ „ „ Hg Atmosphärendruck	6415	500
Gewöhnliche Füllung nachher	640	4995

Die Versuche zeigen, dass ein Einfluss der Einfüllungsart nicht hervortritt. Die geringen Differenzen der ersten Versuchsreihe lassen sich dadurch erklären, dass die Kapillare schon vor Beginn der eigentlichen Versuche oftmals neu gefüllt worden war, um zu sehen, ob sich Uebereinstimmung bei den verschiedenen Füllungen zeigte. Dadurch können Verunreinigungen der Röhre entstanden sein. Ausserdem wurde bei dem ersten Versuch die oben angegebene Vorsicht noch nicht gebraucht, dass das Quecksilber langsam aus der Kapillare ausgesaugt wurde; deshalb stimmten die einzelnen Füllungen auch nicht überein, es zeigten sich Abweichungen bis 0,02%; der angegebene Werth 0,00641 ist der für die erste, also beste Füllung erhaltene. Dieser stimmt mit dem im Vakuum erhaltenen sehr gut überein, während der nachher durch „gewöhnliche" Füllung erhaltene ein wenig grösser ist. Doch sind die Differenzen so klein — 0,002% — dass ich nicht für nöthig hielt, die erste Versuchsreihe zu verwerfen. Später wurden derartige häufige Umfüllungen nicht mehr vorgenommen, weil die Gefahr dabei zu gross ist, die Röhre zu verunreinigen.

Bei Verringerung des Druckes über dem Quecksilber nimmt hier der Widerstand um etwa 0,003% zu, entsprechend den Resultaten von Barus (siehe Anm. 1 auf S. 269).

b. Kapillare II.

$q = 0{,}15\ qmm$; $d = 0{,}44\ mm$; $w = 2{,}9\ Ohm$.

Auch hier zeigte sich kein Einfluss der Füllungsart, wie die drei angeführten Versuchsreihen beweisen. In der Tabelle, welche die Resultate angiebt, ist die Grösse $D/2{,}9$ eingetragen, um Zahlen zu erhalten, die mit denen der Tabelle für Kapillare I vergleichbar sind.

	1. Versuch	2. Versuch Röhre erhitzt	3. Versuch
Gewöhnliche Füllung vor der Evakuirung	0,00481	—	0,00450
Füllung im Vakuum, über *Hg* Druck 0	474	0,00441	444
„ „ „ „ *Hg* Atmosphärendruck	481	447	449; 450*)
Gewöhnliche Füllung nachher	—	446	449
2. gewöhnliche Füllung, mit Luft geschütteltes *Hg*	—	445**)	—

*) Zwischen den zu beiden Zahlen führenden Beobachtungen liegt eine Nacht.

**) Beim Entleeren vor der zweiten Füllung waren Quecksilbertröpfchen in der Kapillare zurückgeblieben.

Bei den Versuchen mit Kapillare II erscheint die Vergrösserung des Widerstandes, die der Verringerung des Druckes über dem Quecksilber um eine Atmosphäre entspricht, etwas grösser als bei Kapillare I, nämlich im mittleren Betrage von 0,006%. Einen Grund für diese Abweichung kann ich nicht angeben.

c. Kapillare III.

$q = 0{,}057\ qmm$; $d = 0{,}27\ mm$; $w = 6{,}8\ Ohm$.

Die Kapillare III hat ein etwas kleineres Kaliber wie die von Lenz benutzten Röhren. Da bei so engen Röhren viel leichter ein Füllungsfehler vorkommen kann, der, wenn nicht rechtzeitig bemerkt, einen grossen Zeitverlust verursacht, so wurde die Vorsichtsmaassregel angewandt, nach jeder „gewöhnlichen" Füllung den Druck über dem Quecksilber zu erniedrigen. Hierbei kam es auf Erzielung einer absoluten Luftleere nicht an, da das Quecksilber in der Kapillare

sich doch immer noch unter einem mittleren Druck einer 6 *cm* hohen Quecksilbersäule befand. Es wurde auf diese Weise einmal ein grober Füllungsfehler konstatirt, indem die Leitung nach Verringerung des Druckes plötzlich aufhörte. Es zeigte sich denn auch bei näherer Besichtigung, dass an der Stelle, wo die Leitung unterbrochen war, ein schwarzes Körnchen sass.

In der folgenden Tabelle, welche die erhaltenen Resultate angiebt, ist $D_t' w = D_t$ 6,8 eingetragen, um den früheren Versuchen relativ gleiche Zahlen mitzutheilen.

	1. Versuch		2. Versuch Röhre erhitzt		3. Versuch	
Druck über dem *Hg* in Atmosphären	0	1	0	1	0	1
Gewöhnliche Füllung vor dem Evakuiren	0,00405	430	—	—	0,00422	426
Füllung im Vakuum	427	430* / 432	0,00415	418	421	425
Gewöhnliche Füllung nachher	403	428	414	418	420	424
2. gewöhnliche Füllung, *Hg* mit Luft geschüttelt	—	—	413	418	—	—

*) Zwischen der ersten und zweiten Messung liegt eine Nacht.

Bei dem ersten Versuch lassen die verhältnissmässig grossen Aenderungen des Widerstandes (0,025%), die eintreten, wenn nach einer „gewöhnlichen“ Füllung über dem Quecksilber evakuirt wurde, darauf schliessen, dass irgend etwas nicht in Ordnung war. Da bei Atmosphärendruck alle Füllungen einen nahe übereinstimmenden Widerstand geben, so sieht man, wie leicht sich kleine Unregelmässigkeiten in der Füllung erkennen lassen, selbst wenn sie bei gewöhnlichem Druck überhaupt nicht bemerkbar sind.

Andererseits zeigen die beiden andern Versuche, dass es auch gelingt, „gewöhnliche“ Füllungen nach guter Reinigung und Trocknung des Apparates so gut herzustellen, dass die Verringerung des Druckes nur diejenige Vergrösserung des Widerstandes hervorruft, die von dem Quecksilber selbst herrührt. Der umgekehrte Schluss dürfte auch erlaubt sein: Wenn durch Verringerung des Druckes eine Vergrösserung des Widerstandes nur um ungefähr 0,003% sich ergiebt, dann ist die Füllung als tadellos anzusehen.

Die Versuche mit Kapillare III zeigen also auch keinen Einfluss der Füllungsart auf den Widerstand des Quecksilbers. Die Versuche zeigen ausserdem wie bei I die Vergrösserung des Widerstandes um ungefähr 0,003% bei Verringerung des Druckes. Also ist es wohl nur irgend welchen Versuchsfehlern zuzuschreiben, wenn bei den Versuchen mit Kapillare II die Vergrösserung des Widerstandes bei geringem Druck zu 0,006% statt 0,003% gefunden wurde. Vielleicht war bei allen drei Versuchen die Kapillare II durch ein winziges Körnchen elastischen, schlecht leitenden Materials verunreinigt, das sich bei der Druckverminderung ausdehnte.

d. Versuche über Aenderung des Widerstandes durch vorhergegangene Erwärmung auf 100°.

Mit der Kapillare III wurde auch zweimal bei einer „gewöhnlichen“ Füllung nach der ersten Widerstandsmessung die Erwärmung auf 100° vorgenommen, indem man die Röhre eine halbe Stunde lang in siedendes Wasser stellte. Beide Male zeigte sich nach der Abkühlung nur eine Aenderung des Widerstandes um 0,001%

und zwar das eine Mal positiv, das andere Mal negativ. Damit ist bewiesen, dass eine gute „gewöhnliche“ Füllung die Erwärmung auf 100° ebenso gut verträgt wie eine im Vakuum hergestellte.

V. Zusammenstellung der Resultate.

Aus den vorstehend beschriebenen Versuchen geht hervor, mit einer Genauigkeit von 0,001% für Kapillaren bis hinab zu 0,3 *mm* innerer Weite:

1. Es ist ein Unterschied im Widerstand einer mit Quecksilber angefüllten Kapillare nicht zu konstatiren, wenn dieselbe einmal mit völlig luftfreiem destillirtem Quecksilber im Vakuum gefüllt wird, das andere Mal unter Zutritt von Luft mit gewöhnlichem reinem, trockenem Quecksilber, das auch mit Luft geschüttelt sein kann. Auch ist es nicht nöthig, beim Trocknen der Kapillare die durchgesaugte Luft vor dem Eintritt in die Röhre durch Trockenapparate zu leiten.

2. Ebenso hat die Füllung im Vakuum vor der „gewöhnlichen“ nichts voraus in Bezug auf Konstanz des Widerstandes nach vorhergegangener Erwärmung bis zu 100°.

3. Barus hatte für grosse Druckänderungen die auf 1 Atmosphäre berechnete Abnahme des Widerstandes des Quecksilbers von 0,003% gefunden. Meine Versuche zeigen, dass für kleine Druckänderungen ungefähr derselbe Werth gilt.

4. Eine Erniedrigung des Druckes über dem Quecksilber giebt in der Grösse der dabei auftretenden Widerstandsänderung ein ausgezeichnetes Kriterium für die Güte der Füllung.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Vierter Deutscher Mechanikertag in München.

Im Anschluss an die am 7. und 8. September in München stattfindenden Verhandlungen von Vertretern der Deutschen, Oesterreichischen und Schweizerischen Feintechnik über die Einführung einheitlicher Schraubengewinde wird in den Tagen vom 9. bis 11. September der vierte Deutsche Mechanikertag ebenfalls in München zusammentreten. Die Bestellung eines Ortsausschusses hat der Polytechnische Verein in München freundlichst übernommen. Die hauptsächlichsten Berathungsgegenstände werden sein: 1. Einführung einheitlicher Schraubengewinde. 2. Einführung einheitlicher Rohrdimensionen für die Feintechnik. 3. Herstellung eines Mechanikeradressbuches. 4. Betheiligung an der Berliner Weltausstellung. — Ein gemeinsamer Ausflug soll am 11. September den Mechanikertag beschliessen.

Nähere Mittheilungen über Ort und Zeit der Sitzungen, Wohnungsverhältnisse u. s. w. werden die demnächst zur Versendung kommenden Einladungen bringen.

Deutsche Naturforscherversammlung in Nürnberg.

Abtheilung (32) für Instrumentenkunde.

Vom 12. bis 16. September tagt in diesem Jahre die Deutsche Naturforscherversammlung in Nürnberg. Unsere Leser interessiren besonders die Verhandlungen der Abtheilung (32) für Instrumentenkunde. Für dieselbe sind bis jetzt folgende Vorträge angemeldet:

1. Dr. St. Lindeck, Assistent bei der Physik.-Technischen Reichsanstalt (Charlottenburg): Herstellung und Messung von Präzisionswiderständen. — 2. Dr. E. Hartwig, Direktor der Sternwarte (Bamberg): Die Zeitmessungseinrichtungen der Sternwarte Bamberg.

— 3. Dr. O. Lummer, Mitglied der Physik.-Technischen Reichsanstalt (Charlottenburg): a) Demonstration des Flächenbolometers nach Lummer-Kurlbaum. b) Demonstration des Spektralphotometers nach Lummer-Brodhun. — 4. Dr. C. Pulfrich (Jena): Demonstration des Abbe-Fizeau'schen Dilatometers. — 5. Dr. K. Kahle, Assistent bei der Physik.-Technischen Reichsanstalt (Charlottenburg): Ueber die Herstellung und Eigenschaften des Clark'schen Normalelements. — 6. Dr. Loewenherz, Direktor bei der Physik.-Technischen Reichsanstalt (Charlottenburg): Quecksilberthermometer für Temperaturen bis zu 500°.

Anmeldungen weiterer Vorträge werden an den einführenden Vorsitzenden der Abtheilung, Herrn Reallehrer Dr. Hartwig in Nürnberg, Paniersplatz 17, erbeten.

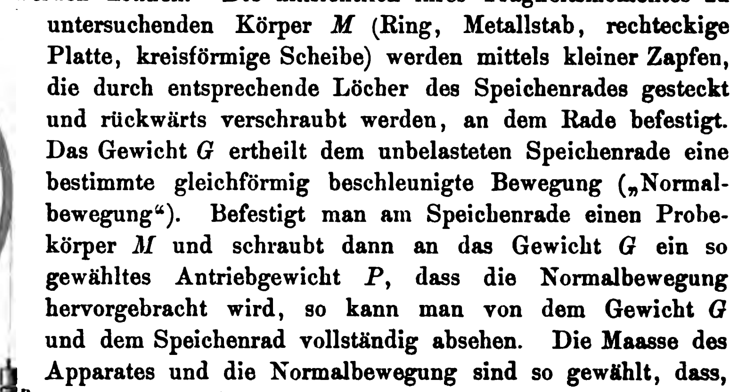
Da der vierte Deutsche Mechanikertag in München unmittelbar vor der Naturforscherversammlung tagt, so ist anzunehmen, dass viele Theilnehmer des ersteren auf der Rückreise in Nürnberg bleiben und dass die Sitzungen der Abtheilung für Instrumentenkunde in diesem Jahre zahlreich besucht sein werden.

Referate.

Ein Apparat zur experimentellen Behandlung der Lehre vom Trägheitsmomente.

Von Prof. Hans Hartl. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **5.** *S. 76. 1891.*

Der Apparat besteht aus einem metallenen Speichenrad von 40 *cm* Durchmesser, das mit möglichst geringer Reibung in Körnerzapfen eingelegt ist. Ein Faden, mit dem einen Ende in der Umfangsnut des Rades befestigt, ist zweimal um dasselbe gewickelt und trägt an seinem freien Ende ein Gewicht G, an das noch andere Gewichte P (30 g, 20 g, $^{15}/_4$ g) angeschraubt werden können. Die hinsichtlich ihres Trägheitsmomentes zu untersuchenden Körper M (Ring, Metallstab, rechteckige Platte, kreisförmige Scheibe) werden mittels kleiner Zapfen, die durch entsprechende Löcher des Speichenrades gesteckt und rückwärts verschraubt werden, an dem Rade befestigt. Das Gewicht G ertheilt dem unbelasteten Speichenrade eine bestimmte gleichförmig beschleunigte Bewegung („Normalbewegung"). Befestigt man am Speichenrade einen Probekörper M und schraubt dann an das Gewicht G ein so gewähltes Antriebgewicht P, dass die Normalbewegung hervorgebracht wird, so kann man von dem Gewicht G und dem Speichenrad vollständig absehen. Die Maasse des Apparates und die Normalbewegung sind so gewählt, dass, wie eine einfache Rechnung zeigt, der Satz gilt: Das auf die Masseneinheit und Zentimeter bezogene Trägheitsmoment T des Probekörpers M ist ziffergleich dem Drittel des in Gramm angegebenen Antriebgewichtes P. Gegen die Grösse des Rades und die gewählte Normalbewegung hat Herr J. Kramerius (a. a. O. *S. 167*) Bedenken geäussert, die nicht unberechtigt zu sein scheinen. Der Apparat, der in der Schulabtheilung der Prager Landesausstellung ausgestellt war, wird in der Fabrik physikalischer Apparate des Herrn Max Kohl in Chemnitz zum Preise von 125 Mark hergestellt.



H. H.-M.

Zur Messung osmotischer Drucke.

Von G. Tammann. *Zeitschr. für phys. Chemie.* **9.** *S. 97.* (*1892*).

Eine neue Methode der mit Genauigkeit schwer auszuführenden Messung osmotischer Drucke lässt sich auf folgende Ueberlegung begründen: Zwei Lösungen A und B sollen die osmotischen Drucke p und p_1 haben, und es sei $p_1 > p$. In diesem osmotischen System wird der Wasserstrom von A nach B gehen. Lässt man aber auf B einen Druck

einwirken, den man allmälig verstärkt, so wird der Wasserstrom ebenso allmälig schwächer werden und schliesslich aufhören, wenn der ausgeübte Druck gleich der osmotischen Druckdifferenz $p_1 - p$ ist. Erhöht man nun den Druck auf B noch weiter, so wird ein Umkehren des Wasserstromes erfolgen; verbindet man die Zelle, an welcher sich die Lösung A befindet, mit einem Kapillarrohr, so wird an diesem der Gang des Stromes, bezw. dessen Umkehrpunkt erkannt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass die semipermeabele Membran in der Zelle keinerlei elastische Nachwirkung zeigt. Dies trifft für eine Ferrocyankupfermembran zu, welche zweckmässig mit Hilfe von ziemlich konzentrirten Lösungen von Ferrocyankali (0,33 Grammmol. in 1 *l*) und Kupfersulfat (1 Grammmol. in 1 *l*) hergestellt wird. Nach dieser Methode kann man die Messung der osmotischen Druckdifferenz in einer Zelle ausführen, deren Innenraum mit einer Kapillare versehen ist, und deren äusserer Theil mit einem Druckrohr in Verbindung gesetzt werden kann. Ein näheres Eingehen auf die Einzelheiten in der Anordnung und bei der Ausführung der Messungen scheint vor der Hand noch nicht geboten, da der Verfasser selbst zugiebt, dass sein Verfahren noch vielfacher Aenderungen bedarf; er hat dasselbe vorläufig veröffentlicht, weil ja, wie man weiss, die Erlangung von Erfahrungen auf dem vorliegenden Gebiete nur nach grossem Aufwande von Zeit möglich ist.

F.

Neue Form des Kupferoxyd-Elementes von Lalande.

Compt. Rend. ***112.*** *S. 1253. (1891.)*

In dem bekannten Element von Lalande taucht Zink in Potaschelösung (35 % Salz), während als negative Elektrode und gleichzeitig als Depolarisator Kupferoxyd benutzt wird. Die in der obigen Mittheilung beschriebenen Verbesserungen beziehen sich hauptsächlich auf die Herstellung der Kupferoxydplatten. Kupferabfälle werden zusammen mit 6 bis 8 % Theer in einer hydraulischen Presse zu einer Platte geformt und dann in einem Gebläse der Rothglut ausgesetzt. Zunächst tritt eine Reduktion ein und die Masse sintert zusammen, nachher aber oxydirt sich das Metall ohne Aenderung seiner Form. Die nach diesem Verfahren erhaltenen Platten sind sehr fest und doch so porös, dass nicht nur die Oberfläche, sondern die ganze Masse wirksam ist. Um die Platten besser leitend zu machen, werden sie mit einer Schicht von metallischem Kupfer überzogen. Man bedeckt sie zu diesem Zweck mit Zinkstaub und taucht sie in angesäuertes Wasser. In Folge der Wirkung von Lokalströmen wird die Platte verkupfert; diesen Ueberzug verstärkt man dann noch durch eine Kupferschicht, die auf dem gewöhnlichen Wege galvanisch niedergeschlagen wird.

Wenn das Element Strom liefert, tritt eine Reduktion des Kupferoxyds zu Kupfer ein, und das Element ist erschöpft, wenn die Oxydplatte vollständig in metallisches Kupfer verwandelt ist. Man kann das Element dann wiederholt dadurch regeneriren, dass man die metallische Kupferplatte durch Ausglühen von Neuem oxydirt.

Das Zink ist vollkommen in die Potaschelösung eingetaucht und wird durch Bänder von amalgamirtem Messing, die an dem Deckel befestigt sind, getragen. Die Anordnung ist deshalb so getroffen, um zu vermeiden, dass das Zink mit der Flüssigkeit und der Luft zugleich in Berührung kommt, da es sonst an dieser Stelle stark angegriffen wird.

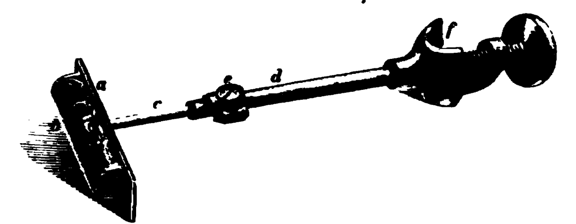
Nach Lalande vereinigt das Element in seiner neuen Form die Vorzüge eines geringen inneren Widerstandes mit grosser Kapazität und einer bemerkenswerthen Konstanz des gelieferten Stromes. Die elektromotorische Kraft des offenen Elements beträgt 0,94 *Volt*. Aus einem der Mittheilung beigegebenen Diagramm ist ersichtlich, dass ein kleines Element (mit 75 *Ampere*-Stunden Kapazität) nachdem es 72 Stunden durch 0,5 *Ohm* geschlossen war, noch 0,8 *Ampere* lieferte; ein Element der grössten in den Verkehr gelangenden Form (600 *Ampere*-Stunden Kapazität) gab, durch einen Widerstand von 0,1 *Ohm* geschlossen, nach derselben Zeit noch eine Stromstärke von 5 *Ampere*.

In allen Fällen, wo Akkumulatoren nicht zur Verfügung stehen, dürften sich Elemente mit so bemerkenswerthen Eigenschaften recht nützlich erweisen können. *Lck.*

Einstellungslineal für gasometrische Arbeiten.

Von G. Lunge. *Chem. Ber. 24. S. 3948. (1891.)*

Um in Ermangelung eines Kathetometers zwei Quecksilberkuppen auf dasselbe Niveau einstellen zu können, bedient man sich zweckmässig der beigezeichneten Anordnung. *a* ist ein Messinglineal von beliebiger Länge, welches die Libelle *b* trägt und mittels des Stiles *c* und der Hülse *d* seitlich zu verschieben sowie um seine Axe drehbar ist und durch die Schraube *e* in der gewünschten Lage festgestellt werden kann. Die Muffe *f* gestattet, die Vorrichtung an einem Stativ in geeigneter Höhe anzubringen. *F.*



Studien über die Schwingungsgesetze der Stimmgabel und über die elektromagnetische Anregung.

Von Fr. Heerwagen. *Habilitationsschrift, Dorpat 1890.*

Zunächst bespricht Verf. eingehend die bereits vorliegenden Untersuchungen über die Schwingungsgesetze der Stimmgabeln, welche z. Th. nicht ganz einwurfsfrei sind und auch zu widersprechenden Resultaten geführt haben. Die Versuche des Verf. selbst zerfallen sachlich und zeitlich in zwei Abschnitte, deren ersterer die Dämpfung einer frei schwingenden Stimmgabel und die Abhängigkeit der Tonhöhe von der Amplitude behandelt, während in dem zweiten zu entscheiden gesucht wird, wie weit sich Rayleigh's Theorie der erzwungenen Schwingungen auf die elektromagnetische Stimmgabel anwenden lässt.

Die Anordnung der Versuche war derart, dass das Bild eines Lichtpunktes (beleuchtete Oeffnung in einem Schirm) nach Reflexion an zwei Spiegeln, die an zwei senkrecht zu einander schwingenden Stimmgabeln angebracht waren, durch ein Fernrohr beobachtet wurde.

Die eine der Stimmgabeln war eine elektrisch selbsterregende und durch diese wurde ein Strom geöffnet und geschlossen, der die zweite Gabel in Bewegung setzte. Schwingen nun beide Gabeln gleichzeitig, so beschreibt der Lichtpunkt im Fernrohr im Allgemeinen eine Ellipse, welche bei ungleicher Tonhöhe der beiden Stimmgabeln ihre Gestalt fortwährend ändert. Das Okularmikrometer des Beobachtungsfernrohres bestand aus einer Glasplatte, in die ein Koordinatennetz eingeritzt war, so dass die Amplituden der Gabeln leicht zu messen waren; die Stromstärke wurde während des Versuches mittels eines Galvanometers kontrolirt. Zur Untersuchung der Dämpfung der freischwingenden Stimmgabel und der Abhängigkeit des logarithmischen Dekrements von der Amplitude wurde nun die Zeit für alle diejenigen Amplituden registrirt, welche ganzzahligen Werthen des Okularmikrometers entsprachen; die Registrirung geschah auf elektrischem Wege mittels eines Chronographen, auf dem gleichzeitig die Sekunden durch eine Uhr angegeben wurden. Die mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate berechneten Versuche ergaben, dass die Schwingungszahl und das Dekrement der Stimmgabel als lineare Funktionen der Amplitude der Stimmgabel angesehen werden müssen. Da ein intermittirender Strom die Stimmgabel in unberechenbarer Weise beeinflussen würde, so untersucht Verfasser ferner im zweiten Theil seiner Abhandlung, in welcher Weise die Gabel unter Einwirkung eines konstanten Stromes schwingt. Die Theorie verlangt eine Abnahme der Schwingungen proportional dem Quadrate der Stromstärke, was durch die mitgetheilten Versuche auch bestätigt wird; ebenso wächst das logarithmische Dekrement proportional dem Quadrate der Stromstärke. Was die erzwungenen Schwingungen anbetrifft, so musste die einfache Theorie von Rayleigh vervollständigt werden, um den Gang der Erscheinungen wiedergeben zu können. Da aber die Theorie hierdurch sehr verwickelt und unübersichtlich wird, so wurden graphische Methoden zu Hilfe genommen,

um den Einfluss der verschiedenen Faktoren zu demonstriren. Bei der elektromagnetischen Selbsterregung ergiebt sich, dass die Schwingungszahl kleiner ist als bei der frei schwingenden Gabel von gleicher Amplitude. Wegen der Einzelheiten der Theorie und Experimente muss auf die Abhandlung selbst verwiesen werden. *E. Br.*

Ein neuer Gaskühler für das Laboratorium.

Von Ferd. Evers. *Chem. Ber.* **24.** *S. 3950. (1891.)*

Dem Zwecke, bei geringem Wasserverbrauch eine möglichst vollständige Kühlung niedrig siedender Flüssigkeiten mit einer einfachen Vorrichtung zu bewerkstelligen, dient der neue Gaskühler von Evers. In einen äusseren Kühlmantel, welcher Abfluss- und Zuflussrohr für das Kühlwasser, wie gewöhnlich, trägt, ist durch Gummistopfen das eigenthümlich eingerichtete Kühlrohr befestigt. Die zu kühlenden Dämpfe treten nämlich in den Zwischenraum zwischen zwei konzentrischen Zylindern. Dieser Zwischenraum ist an zwei Stellen unterbrochen, so dass dem Kühlwasser der Weg in den inneren der beiden Zylinder frei steht. Die beiden Enden des äusseren Zylinders sind verengt, sodass sie durch Gummistopfen gesteckt werden können. Die ganze Anordnung ist so eingerichtet, dass das innere Kühlrohr jederzeit aus dem Kühlmantel zu entfernen ist. Der Apparat, welcher für das Deutsche Reich patentirt ist, wird von der Firma Ephraim Greiner in Stützerbach i. Th. hergestellt. *F.*

Ueber konvergente und divergente dioptrische Systeme.

Auszug aus einem Schreiben an Prof. F. Lippich in Prag.

Von G. Ferraris. *Exner's Repert. d. Phys.* **27.** *S. 382. (1891).*

In einer Abhandlung über Linsen von sehr grosser Dicke (*Exner's Rep. d. Phys.* **26.** *S. 247. 1890*) hatte R. Getschmann die Definition, welche Ferraris in seinem bekannten Buche *„Fundamentaleigenschaften der dioptrischen Instrumente“* für die Konvergenz und Divergenz eines Systems giebt, einer scharfen Kritik unterzogen. Er selbst definirt ein dioptrisches System als ein konvergentes oder divergentes, jenachdem der zweite Brennpunkt im letzten Mittel liegt, oder in irgend einem der vorhergehenden, Ferraris hingegen, jenachdem seine zweite Brennweite positiv oder negativ ist.

Verfasser glaubt (in Uebereinstimmung wohl mit Allen, die seit Gauss über dioptrische Instrumente gearbeitet und geschrieben haben,) an seiner Definition festhalten zu sollen, da der Umstand, dass die Strahlen an ihrer Austrittsstelle aus der letzten Fläche kon- oder divergent seien, nur eine ganz nebensächliche Bedeutung habe und mit den andern wesentlichen Eigenschaften des Systems keineswegs immer in nothwendigem Zusammenhang stehe. Eine einfache Konvexlinse z. B., welche die parallel einfallenden Strahlen nach ihrem Brennpunkte F konvergiren macht, welche also auch nach Getschmann ein konvergentes System ist, würde nach seiner Definition sofort ein divergentes, sobald man derselben jenseits des Brennpunktes eine ebene Glasplatte hinzufügt; in umgekehrter Lage würde dasselbe System wieder konvergent.

Verfasser sucht noch durch mehrere andere allgemeinere Betrachtungen darzuthun, dass die Definition von Getschmann sich im Widerspruch mit den Anforderungen befindet, die man an ein brauchbares Eintheilungsprinzip der optischen Instrumente stellen muss. *Cz.*

Einige Vorlesungsversuche über die Diffusion der Gase.

Von H. Biltz. *Zeitschr. für phys. Chemie.* **9.** *S. 152. (1892).*

Unter den vom Verfasser beschriebenen Apparaten, durch welche die Diffusion der Gase in der Vorlesung erläutert werden kann, sei die folgende Anordnung hervorgehoben, welche eine Vereinfachung des Deville'schen Apparates ist. Ein eisernes Gasleitungsrohr, 67 *cm* lang, welches durch Glühen im Wasserstoffstrom von jeder Oxydschicht befreit ist, wird an beiden Enden mittels Hartloth durch eiserne Platten verschlossen; dieselben sind durchbohrt und tragen messingne Zuleitungsröhren, an welche

mittels Kautschukschlauch gläserne Hahnröhren angesetzt sind; damit die Erhitzung der Metalltheile den Kautschukverbindungen nicht gefährlich wird, sind die Messingröhren an den dem Eisenrohre abgewandten Seiten mit kleinen Kühlern umgeben. An einer der Glasröhren wird seitlich ein geeignetes Manometer angebracht. Lässt man nun Wasserstoff durch das rothglühende Eisenrohr hindurchströmen und schliesst nach einiger Zeit (bis $1^1/_2$ Stunden) die beiderseitigen Glashähne, so kann man am Manometer leicht verfolgen, wie der Wasserstoff durch das glühende Eisenrohr nach aussen diffundirt. Füllt man das Rohr statt mit Wasserstoff mit Stickstoff, so kann man umgekehrt an der Druckzunahme im Manometer zeigen, wie der Wasserstoff der Flammengase von aussen in das Eisenrohr hinein diffundirt; im letzteren Falle geht die Diffusion wesentlich langsamer vor sich als im ersteren; man füllt daher zweckmässig das Manometer statt mit Quecksilber mit gefärbtem Wasser. *F.*

Ueber Kundt'sche Klangfiguren.

Von Fr. Schaumburg. *Inaugural-Dissertation, Marburg 1889.*

Zur näheren Untersuchung, der bekannten Kundt'schen Klangfiguren, die durch stehende Wellen in Röhren hervorgebracht werden, wenn in diesen Korkfeilicht oder ähnliche leichte Substanzen vertheilt sind, modifizirt Verfasser die Art der Tonerzeugung, die Gestalt der „Wellenröhre", u. s. w. auf mannigfache Weise. An Stelle der Glasröhre kommen auch prismatische Rohre von quadratischem, rechteckigem oder gleichseitig dreieckigem Querschnitt zur Verwendung, bei denen die Bodenfläche horizontal liegt, so dass die Schwere auf alle Theilchen des zur Bildung der Staubfiguren dienenden Pulvers gleichmässig einwirkt. Die Figuren kamen auch zu Stande, wenn eine, zwei oder drei Seitenwände der Röhre fehlten und nur die Bodenfläche und eine reflektirende Wand vorhanden war, so dass stehende Wellen entstehen konnten. Das Material der Wellenröhre war Glas, Holz oder Weissblech; bei den beiden letzteren Materialien war die Röhre mit einem Glasdeckel versehen. Als Tonquelle diente ein Glasrohr oder eine Messingstange, ferner eine Glocke, eine Chladni'sche Scheibe, eine Zungenpfeife oder die menschliche Stimme. Es zeigte sich, dass die Staubfiguren um so besser entstanden, je näher sich die am Ende des Messingstabes u. s. w. angebrachte Scheibe am Boden des Wellenrohres befand und je breiter dieselbe war; ihre Höhe hatte dagegen keinen Einfluss. Auch das Material beeinflusste die Wellenlänge, indem die Reibung beim Holz viel grösser war als bei Metall und Glas, sodass beim ersteren die Figuren kürzer ausfielen. Bei den tiefen Tönen war es zum Zustandekommen der Figuren sehr wesentlich, dass die Länge der Wellenröhre einen aliquoten Theil der Wellenlänge darstellte, während bei den hohen Tönen durch eine ungenaue Einstellung nur die Ausbildung der Figuren etwas geändert wurde. Verfasser geht zum Schluss auf die Frage der Rippenbildung der Staubfiguren ein und schliesst sich der Ansicht von Bourget an, nach welcher die mitklingenden Obertöne die Ursache derselben sind. Seine Versuche scheinen diese Theorie zu bestätigen. *E. Br.*

Apparat zur raschen Filtration organischer Flüssigkeiten mit Hilfe flüssiger Kohlensäure.

Von d'Arsonval. *Journ. de phys. élém. 7. S. 119. (1892.)*

Die unter gewöhnlichen Verhältnissen schwer ausführbare Filtration mancher organischen Flüssigkeiten verläuft leicht und rasch unter hohem Druck. Man stellt zu diesem Zweck eine mit flüssiger Kohlensäure gefüllte Bombe senkrecht und mit dem Hahn nach oben auf und verbindet den letzteren mittels eines waagerechten, vollkommen dicht schliessenden Rohrstückes mit dem seitlichen Ansatzrohr der Filtrirvorrichtung. Dieselbe besteht aus einem engen und langen, innen verzinnten Metallrohr, welches auf 200 Atmosphären geprüft ist. Dieses wird oben durch einen einzuschraubenden durchbohrten Metallpfropf verschlossen, auf den man ein Manometer aufsetzen kann. Mittels einer seitlichen Schraube kann durch die Durchbohrung das im Innern befindliche Gas abgelassen

werden. Nach unten ist das Metallrohr ebenfalls mit einem Metallpfropf verschraubt. Derselbe trägt nach dem Innern des Metallrohres zu das eigentliche Filter, eine mittels Kautschukdichtung aufgesetzte Chamberland-Kerze. Der Druck im Apparat presst dieselbe hermetisch fest auf ihre Unterlage. Das Innere des Filters steht mit einer Durchbohrung des Pfropfes in Verbindung, welche im Innern desselben unter stumpfem Winkel seitlich nach aussen abbiegt und hier in das Abflussrohr mündet. Von aussen und unten her lässt sich die Durchbohrung mittels einer Schraube verschliessen. Die zu filtrirende Flüssigkeit wird in das Metallrohr gefüllt, alsdann der Apparat gut verschlossen und nun der Hahn der Kohlensäurebombe geöffnet. Ist die Flüssigkeit mit dem gespannten Gase gut in Berührung gebracht, so schliesst man diesen Hahn und öffnet die das Abflussrohr schliessende Schraube, worauf die Flüssigkeit alsbald ausfliesst. Die Anwendung von Kohlensäure bietet bei vielen organischen Flüssigkeiten den Vortheil, dass dieselben dabei sterilisirt werden. Zu anderen Zwecken wird man natürlich denselben Apparat auch anwenden können, wenn man mit hohen Drucken anderer Gase zu arbeiten wünscht. *F.*

Einige Sätze über die Vereinigung der heteronomen Strahlen.

Von A. Kerber. *Zentralztg. f. Opt. und Mech.* ***12.*** *S. 121, 133, 145, 158. (1891).*

Unter heteronomen Strahlen versteht Verfasser die von einem ausserhalb der Axe gelegenen Objektpunkt ausgehenden. Er untersucht die Bedingungen, unter welchen diese bei Systemen aus beliebig vielen Linsen von geringer Dicke und kleinem Abstande zu einer möglichst scharfen Vereinigung kommen und beschränkt seine Untersuchung dabei auf diejenigen Strahlen, welche innerhalb einer durch den Objektpunkt und durch die Axe gelegten Ebene (welche oft als erster Hauptschnitt bezeichnet wird) verlaufen, in der Meinung, dass die ausserhalb dieser verlaufenden bei der praktischen Berechnung von Systemen, d. h. der Bestimmung von deren Konstruktionselementen, nicht in Betracht kämen.

Die Resultate, zu denen der Verfasser gelangt, bieten nichts wesentlich Neues gegenüber dem in der Litteratur über diesen Gegenstand, namentlich in den Arbeiten von Seidel, Schleiermacher, Thiesen und Anderen, vorhandenen. Er findet u. A., dass die gleichzeitige Aufhebung der sphärischen Aberration in und ausser der Axe auf die bekannte Sinusbedingung führe. Er wendet dann die gefundenen Formeln auf spezielle Fälle an, wie Fernrohrobjektive und Okulare, sowie photographische Objektive von kleiner Oeffnung, für welch letztere er auch ein konstruktives Beispiel giebt. Zum Schluss betrachtet er die durch die Dispersion herbeigeführte Variation der Bedingungsgleichung und erweitert seine Untersuchung noch durch die Betrachtung von Systemen grösserer Oeffnung. *Cz.*

Bürettenschwimmer.

Von R. Benedikt. *Chemiker-Zeitung.* ***16.*** *S. 217.*

Statt der sich leicht verwischenden auf den gebräuchlichen Bürettenschwimmer aussen angestrichenen Marke bringt man eine solche zweckmässig auf einem dünnwandigen innen an der Schwimmerwand anliegenden Rohrstück an. *F.*

Ein Universalbathometer
(Wassertiefenmesser mit gleichgetheilter Skale).

Von G. Rung in Kopenhagen.

(Sonderabzug, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.)[1]

Wenn ein an einem Ende geschlossenes Rohr mit der Mündung nach unten ins Wasser eingetaucht wird, so dringt dieses bis zu einem gewissen Grade hinein, indem nach dem Mariotte'schen Gesetze der Raum des abgeschlossenen Luftquantums im um-

---

[1] Vgl. auch *diese Zeitschr. 1892 S. 180 (Patentschau).*

gekehrten Verhältniss zum Gesammtdrucke sich vermindert. Hierauf gründen sich die Tiefenmesser von Sir William Thomson und Anderen, welche nach dem Heraufziehen des Rohres gestatten, den höchsten Stand zu erkennen, welchen das Wasser darin erreicht hatte. (Bei dem Thomson'schen Lothe sind die Innenwände des dünnen Glasrohres mit braunem Silberchromat bedeckt, welches sich unter dem Einflusse des salzhaltigen Seewassers entfärbt, d. h. in Chlorsilber verwandelt.) —

Ein wesentlicher Uebelstand dieses Prinzipes besteht darin, dass der Höhenzuwachs des Wasserstandes im Rohre, für eine bestimmte Tiefenzunahme, mit wachsender Tiefe sehr schnell geringer wird, indem derselbe mit dem Quadrate der Tiefe abnimmt. Daher kommt es, dass man Tiefen von mehr als 200 *m* damit kaum messen kann.

Verfasser hat deshalb von dem Mariotte'schen Gesetze in anderer Weise Gebrauch gemacht, nämlich von der Thatsache, dass bei konstantem Volumen des Gases die Masse desselben dem Drucke proportional anwächst. Dementsprechend wird bei dem in allen Tiefen brauchbaren, und deshalb Universalbathometer genannten Apparate eine hinlängliche Luftmenge in dem „Luftrohre" mitgeführt, um auch bei der grösstmöglichen Kompression eine vollständige Füllung der sich stets gleich bleibenden „Messkammer" zu sichern. Wenn nämlich der Meeresgrund erreicht ist, so wird durch das Aufstossen des Lothes die Messkammer gegen das Luftrohr hin abgeschlossen und gleichzeitig mit einem dritten Theile, dem „Messrohre", in Verbindung gesetzt. Hierin dehnt sich während des Hinaufziehens das unten abgesperrte Luftquantum allmälig aus, und sein dem einfachen Atmosphärendruck entsprechendes Volumen (bezw. seine Masse) kann oben abgelesen werden. In der Praxis giebt übrigens die Eintheilung am Messrohre unmittelbar die Tiefen an. Im Prinzip ist jedenfalls die neue Form sehr einfach und gut; hoffen wir, dass sich dieselbe auch in der Praxis bewähren möge. (Generalagent für den Vertrieb des Instrumentes (D. R. P. No. 53993) ist Herr Cornelius Knudsen in Kopenhagen). *Sp.*

Heber für ätzende Flüssigkeiten, heisse Laugen und Säuren.

Von J. Ziegler. *Chemiker-Zeitung.* ***16.*** *S. 420.*

Der Heber trägt an seiner Biegung einen Trichter, in dessen Rohr ein Ventil angebracht ist. Setzt man den Heber mit seinem kurzen Schenkel in die abzuziehende Flüssigkeit und zieht, nachdem man am Ende des langen Schenkels einen Hahn geschlossen hat, an einem Griff das genannte Ventil auf, so schliesst sich gleichzeitig ein solches am unteren Ende des kurzen Schenkels; man kann nun durch den Trichter den Heber mit einer kleinen Menge der abzuziehenden Flüssigkeit füllen, das Ventil am Grunde des Trichters wieder schliessen, und der Heber ist, nachdem der Hahn am langen Schenkel geöffnet ist, in voller Thätigkeit.

Der Apparat wird von der Firma Kähler & Martini in Berlin geliefert. *F.*

Ueber ein neues Refraktometer.

Von C. Féry. *Compt. Rend.* ***113.*** *S. 1028.* (*1891.*)

Das zu technischen Untersuchungen bestimmte Instrument des Verfasser besteht im Wesentlichen aus einem Hohlprisma, dessen Wände nicht planparallele Platten, sondern selber Prismen von variablem Winkel sind. Letztere werden dadurch erhalten, dass man eine plankonvexe Zylinderlinse entlang ihrer Axe durchschneidet und diese beiden Halblinsen mit ihren dicken Enden nach derselben Seite einen entsprechenden Hohlraum einschliessen lässt. Der Hohlraum wird mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt. Dieses Kompensationsprisma wird zwischen Kollimator und Beobachtungsrohr senkrecht zu deren gemeinsamen Axe auf einem mit einer Theilung verbundenen Schlitten hindurchgeführt bis zu der Stelle, wo das Bild des Kollimatorspaltes keine Ablenkung erfährt. Hieraus berechnet sich in sehr einfacher Weise der Brechungsexponent der eingefüllten Flüssigkeit. Bei dem benutzten Apparat ging die Ablesung auf ungefähr 0,001 des Werthes von $(n - 1)$. *Cz.*

Neu erschienene Bücher.

Kolorimetrie und quantitative Spektralanalyse in ihrer Anwendung in der Chemie. Von Dr. G. Krüss und Dr. H. Krüss. Mit 34 Abbildungen im Text und 6 Tafeln. 291 Seiten. Hamburg, Voss'sche Buchhandlung.

Die zahlreichen Lehrbücher über Spektralanalyse beschäftigen sich fast nur mit der qualitativen Seite und berühren die quantitativen Methoden nur wenig oder gehen doch nicht soweit auf dieselben ein, dass derjenige, welcher mit ihnen arbeiten muss, daran eine brauchbare Unterlage findet. Berücksichtigt man ausserdem, dass es meist Chemiker oder Techniker sind, welche die quantitativen Methoden benutzen wollen, also Leute, welche gewöhnlich nicht spezielle physikalische Vorkenntnisse besitzen, so begreift man, dass ein besonders für Nicht-Physiker geschriebenes, breit angelegtes Lehrbuch, wie das vorliegende, welches Alles zusammenfasst, was bisher auf dem Gebiete der quantitativen Spektralanalyse gearbeitet ist, wirklich praktische Anweisungen über die beschriebenen Methoden und Apparate giebt und die zahlreichen Fehlerquellen ausführlich diskutirt, einem grossen Bedürfniss entgegenkommt. Bedeutend erhöht wird der Werth des Buches noch dadurch, dass die Verfasser neue praktische Apparate und Methoden angeben, welche geeignet sind, dem jungen Zweige der analytischen Chemie, welchem das Buch gewidmet ist, neue Freunde zu erwerben und das Fortschreiten dieser Wissenschaft nachdrücklich zu unterstützen.

Das Buch zerfällt in zwei Theile, von denen der erste die Kolorimetrie, der zweite die Spektrokolorimetrie behandelt, und einen Anhang.

In dem ersten Theile werden nach einer kurzen Einleitung die gebräuchlichsten kolorimetrischen Apparate (von Duboscq, Stammer, C. H. Wolff, Fleischl) geschildert. Dann folgt die Beschreibung eines neuen von den Verfassern angegebenen Apparates, des Polarisationskolorimeters. Den Schluss des Theiles bilden Anwendungen der beschriebenen Methoden.

Der zweite Theil enthält zunächst eine Einleitung und eine kurze Geschichte der quantitativen Spektralanalyse. Darauf folgt eine Beschreibung der älteren Spektralphotometer (von Vierordt, Glan, Hüfner, Glazebrook, Crova, Wild). Hier fehlt das Spektralphotometer von A. König, was namentlich darum zu bedauern ist, weil bei ihm eine von allen beschriebenen Apparaten abweichende Beobachtungsmethode benutzt wird. Auch das Stenger'sche Photometer, welcher eine interessante Messvorrichtung (durch Abblenden des Objektivs) benutzt, ist nicht erwähnt; indessen war das letztere wohl zur Zeit, als das Buch geschrieben wurde, noch nicht veröffentlicht. In dem nächsten Abschnitt werden dann zwei von den Verfassern neu angegebene Apparate beschrieben, das Spektrokolorimeter, bei welchem, wie beim Wolff'schen Kolorimeter, durch Veränderung der Schichtdicke der zu untersuchenden Flüssigkeit gemessen wird, und ein Rauchglaskeil-Spektrokolorimeter. Es folgen sodann eine Anzahl Vorschriften und Rathschläge für die Ausführung spektralphotometrischer Arbeiten, wobei vornehmlich die von den Verfassern warm empfohlene Doppelspalt-Methode Berücksichtigung findet. Den Schluss dieses Theiles bildet wieder ein chemischer Abschnitt, in welchem zahlreiche Anwendungen der spektralanalytischen Methode besprochen werden.

Der Anhang enthält zunächst eine Zusammenstellung „über Lichtverlust durch Reflexion und Absorption". Wir haben diese interessante Abhandlung, welche schon früher besonders erschienen ist, bereits in dieser Zeitschrift besprochen und brauchen deshalb nicht mehr darauf einzugehen. Nicht geringere praktische Wichtigkeit hat der zweite Abschnitt des Anhangs: „Einfluss der Temperatur auf spektralanalytische Beobachtungen und Messungen". Es folgt dann eine „Tafel der den übrigbleibenden Lichtstärken entsprechenden Extinktionskoëffizienten" und eine „Tafel zur Auffindung der Wellenlängen". Schliesslich ist die „Tafel des Sonnenspektrums nach Angström" beigegeben.

Im Einzelnen lässt sich an dem Buche allerdings mancherlei aussetzen. So berührt der Ziffern-Luxus, der vielfach in den beigegebenen Tabellen und Zusammenstellungen getrieben wird, wenig angenehm. Auf S. 40 werden z. B. 6 Beobachtungen angegeben, welche eine grösste Abweichung von 3% zeigen (49,5 bis 51); nichtsdestoweniger wird das Mittel bis in die Zehntausendtel berechnet (49,9167). In einer Tabelle von G. Krüss auf S. 156 sind die beobachteten Lichtstärken bis auf 3 Stellen, die daraus berechneten Extinktionskoëffizienten durchweg auf 5 Stellen angegeben, ebenso ist es in einer Tabelle auf S. 184. Wenn ferner bei dem Glan'schen Apparat die Tangente des Drehungswinkels, bei dem Crova'schen der Sinus in Betracht kommt, so ist darum nicht die Empfindlichkeit, wie die Verfasser meinen, sondern die Ablesungsgenauigkeit bei dem letzteren Apparat die grössere. — Trotz solcher Einzelheiten ist das Buch aber, wie bereits anfangs gesagt wurde, ohne Zweifel von grossem praktischen Werth und jedem, welcher sich mit Kolorimetrie oder quantitativer Spektralanalyse zu befassen hat, warm zu empfehlen. *E. Br.*

G. Jaumann, Absolutes Elektrometer mit Kuppelsuspension. Wien. F. Tempsky. M. 1,50.

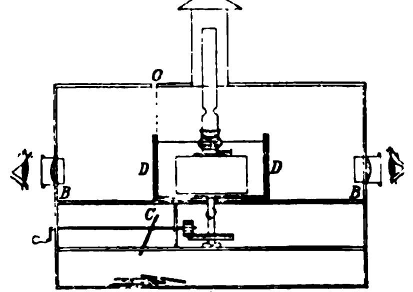
F. Hartmann, Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt. 3. Aufl. Wien. A. Hartleben. M. 3,00. Geb. M. 3,80.

Vereins- und Personennachrichten.

Die Bamberg'sche Werkstatt. — Wie wir dem *Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik* entnehmen, wird die Bamberg'sche Werkstatt für Präzisionsmechanik und Optik in Friedenau bei Berlin unter der bisherigen Firma mit Hilfe der langjährigen Mitarbeiter und unter dem Beirath fachkundiger Freunde des Verstorbenen fortgeführt. Die Letzteren, nämlich die Herren Prof. E. Abbe, Geheimrath Prof. W. Foerster, R. Fuess, Direktor Dr. Loewenherz, C. Reichel, P. Stückrath, welche es sich auf Grund freundschaftlicher Beziehungen zu Bamberg und im Hinblick auf das allgemeine Interesse, welches Wissenschaft und Technik an dem Weiterbestehen der Firma haben, zur Aufgabe gemacht haben, der Firma thatkräftig über die bestehenden Uebergangsschwierigkeiten hinwegzuhelfen, fordern in einer besonderen Erklärung Alle, welche die Dienste der Bamberg'schen Werkstatt benutzt haben, auf, sie auch fernerhin mit Aufträgen zu betrauen; sie sichern zu, dass alle Maassnahmen getroffen sind, damit die den Werkstätten übertragenen Arbeiten mit der gleichen Sachkunde und Sorgfalt wie früher ausgeführt werden.

Patentschau.

Stereoskop mit Einrichtung zur leichten Auswechselung der Bilder. Von G. Carette & Co. in Nürnberg. Vom 2. August 1891. Nr. 61956. Kl. 42.



Behufs leichter Auswechselung und selbthätiger Entfernung der besehenen Bilder ist in dem die Prismen tragenden Kasten *A* ein fester Zwischenboden *B* mit einem Schlitz *C* und eine drehbare (vier-)eckige Bildertrommel *D* angeordnet, welche die darin lose eingesteckten Bilder der Reihe nach den Beschauern vorführt und über den Schlitz *C* bringt, durch welchen sie in einen Sammelbehälter fallen. Die Bilder werden durch den Schlitz *O* des Kastens eingesteckt.

Löthrohr. Von Cl. A. Paquelin in Paris. Vom 28. September 1890. Nr. 61277. Kl. 49.

Das Rohr hat ausser der Oeffnung für die Stichflamme seitliche Strahlöffnungen für Flämmchen, welche die Stichflamme entzünden und in Wirkung erhalten.

Bohr- und Fräsemaschine. Von C. Schneider in Winnweiler, Pfalz. Vom 14. April 1891. Nr. 61340. Kl. 49.

Bei dieser Maschine zum Bohren von Löchern, zum Fräsen von Platten, Stirn- und Schraubenrädern wird das auf dem Bett des Drehstuhls verschiebbare Reitstöckchen *B* (Fig. 1) mit Spindelstock, welcher das vertikal verschiebbare Werkzeug trägt, und der drehbare Schlitten *A*

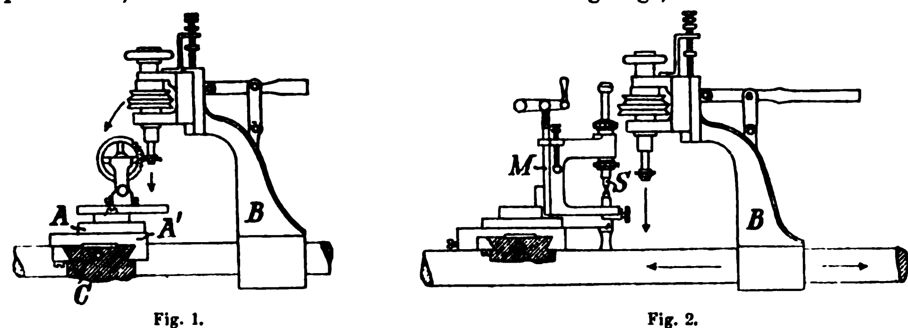


Fig. 1. Fig. 2.

mit der innerhalb einer vollen Umdrehung verstellbaren Planscheibe *A'* verwendet. Zum Schneiden der Stirn- und Schraubenräder mit beliebig schrägen Zähnen dient ein Reitstöckchen *M* (Fig. 2), welches zwischen seinen Spitzen *S* das Arbeitsstück trägt, und das den Fräser haltende Reitstöckchen *B*.

Verstellbarer Schraubstock. Von Fr. Ott in München. Vom 14. April 1891. Nr. 61246. Kl. 49.

Der Schraubstock besitzt zwei in horizontaler Richtung gekörnte Zylinder *a e*, welche in mit Stellschrauben versehenen Hülsen *b* und *f* geführt, in der Mitte durch eine gelenkartige, fixirbare Verbindung *c d* (Fig. 1) ein Neigen desselben in jede Schräglage und Drehen und Feststellen in derselben ermöglichen.

Die gelenkige Verbindung kann auch in der aus den Theilen *m* und *p* (Fig. 2) ersichtlichen Weise ausgeführt werden.

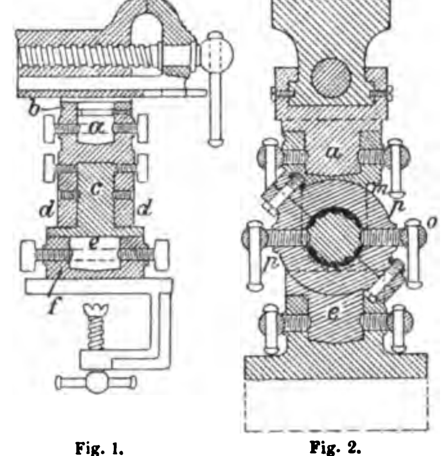
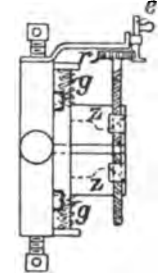


Fig. 1. Fig. 2.

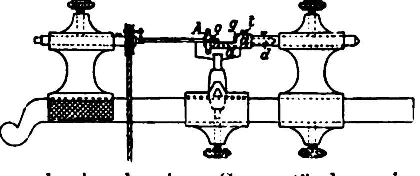
Gewindeschneidekluppe. Von Ferd. Halbach in Remscheid-Goldenberg. Vom 26. Juli 1891. Nr. 61257. Kl. 49.

Die mit winkelförmigen Ausschnitten versehenen Führungsbacken *z* für den zu schneidenden Bolzen sind durch zwei auf der Platte *f* angeordnete und mit einem oder zwei Schraubenbolzen mit Rechts- und Linksgewinde versehene Bolzen verschiebbar. Dadurch geschieht die Verstellung beider Backen nach aussen oder innen ganz gleichmässig. Die Führungsbacken besitzen trichterförmig nach oben und unten abgeschrägte Ausschnitte und werden durch Federn *g*, Räder *r* und Schieber *e* so beeinflusst, dass durch einfaches Aufschieben der Kluppe auf den zu schneidenden Bolzen und Einrücken des Schiebers die richtige Stellung der Backen zu den Bolzen herbeigeführt wird.



Vorrichtung zum Zentriren von Wellen, Zapfen und dergl. Von O. Droth in Rochlitz. Vom 18. Juli 1891. Nr. 61801. Kl. 49.

Die Vorrichtung besteht in einem Drehstuhle mit einem Futterkopf *A*, welcher eine Verlängerung *a* besitzt, durch die Klemmschraube *t* gestellt werden kann und mit der mit Druckring *o* versehenen Gegenlage *g* verbunden ist. Beide Theile sind am Körnerstabe *d* des Drehstuhles befestigt und geben so den abzubrechenden Gegenständen eine sichere Lagerung.



Für die Werkstatt.

Ueber das Ansetzen von Beizen zur Metallfärbung. Mitgetheilt von K. Friedrich.

In *dieser Zeitschrift 1888 S. 322* und *1890 S. 195* ist über drei verschiedene Metallbeizen, die in ausgedehnterem Maasse in den mechanischen Werkstätten angewendet werden, berichtet worden; es handelte sich hauptsächlich um Angaben der einzelnen Bestandtheile dieser Beizen. Hieran mögen einige Mittheilungen über praktische Erprobungen dieser Beizen angeschlossen werden, die von Herrn A. Bollert im Laboratorium der Handwerkerschule zu Berlin ausgeführt worden sind.

Schwarzbeize mit Kupfernitrat. Zur Herstellung einer Schwarzbeize war vorgeschlagen die Auflösung von salpetersaurem Kupferoxyd in destillirtem Wasser unter Zusatz einer wässerigen Silbernitratlösung. Diese Beize soll auf 40° bis 45° erwärmt angewendet werden, in der Weise, dass man die zu beizenden Stücke in dieselbe taucht oder mit ihr bestreicht, und dieselben in der geschilderten Weise „abbrennt“. Die Stücke werden dabei nicht ganz fleckenlos und dürfen zudem nicht gelöthet sein, da die Temperatur über den Schmelzpunkt des Zinns erhöht wird. Herr Bollert schlägt an Stelle dieser Beize eine Lösung von Kupfernitratkrystallen in Spiritus vor ohne Zusatz von Silbernitrat; Herr Mechaniker Runge hat sogar denaturirten Spiritus mit Erfolg angewendet. Diese Zusammensetzung vermeidet ebenfalls die Entstehung der schädlichen untersalpetrigsauren Dämpfe und färbt bei Beachtung der a. a. O. *(1890. S. 195)* angegebenen Vorsichtsmaassregeln die Stücke weit gleichmässiger als die wässerige Lösung. Gelöthete Stücke brauchen bei dieser Beize nicht erwärmt zu werden, bekommen allerdings dann auch einen nicht ganz schwarzen Ton, während man gewöhnliche ungelöthete Gegenstände genau so behandelt wie früher. Der Hauptvortheil dieser Beize besteht in der Gleichmässigkeit, Gefahrlosigkeit und Reinlichkeit ihrer Anwendung; sie ist ausser für die a. a. O. angeführten Metalle ebenfalls, wenn auch nicht in demselben Maasse gutwirkend, für Zink anwendbar.

Mattbeizen für Messing. 1. Heiss anzuwenden. Man löst 1 Theil Zink in 3 Theilen Salpetersäure und setzt der Lösung noch 8 Theile Salpetersäure und 8 Theile Schwefelsäure hinzu. Die Gegenstände werden einige Augenblicke in die zum Sieden erhitzte Flüssigkeit eingetaucht.

2. Kalt anzuwenden. 20 Theile Salpetersäure von 36° Beaumé und 100 Theile Schwefelsäure werden gemischt und 1 Theil Kochsalz und 1 bis 5 Theile Zinkvitriol hinzugefügt. Die Gegenstände werden in die kalte Beize gebracht und 5 bis 20 Minuten darin belassen; nach der Länge der Einwirkung der Beize richtet sich die Tiefe des Matts. Die Gegenstände haben, wenn sie aus der Flüssigkeit herausgenommen werden, vielfach ein fahles, unschönes Aussehen; um dieses zu verbessern, taucht man sie noch in Glanzbrenne, was dem Matt durchaus nicht schadet.

3. Zur Erzeugung eines körnigen Matt mischt man 1 Theil Salzsäure mit 8 Theilen Wasser und setzt 8 Theile Schwefelsäure dazu. In dies Gemisch legt man die Gegenstände 10 bis 12 Stunden und unterwirft sie hernach dem Gelbbrennen, wodurch ein körniges Matt auf den Gegenständen hervorgerufen wird.

Zur Erzeugung der matten Färbung auf den Kupferlegirungen, unterwirft man die zu behandelnden Gegenstände zuvor zweckmässig dem Gelbbrennen; dadurch werden Fettschicht und Oxydationsprodukte entfernt und die Möglichkeit, gleichmässige Färbung zu erhalten, geschaffen. Bei aller Behandlung der Metalle mit Säuren ist die peinlichste Sorgfalt vor und nach dem Brennen zu beobachten, vorher, um die Ueberzüge gleichmässig und in den gewünschten Tönen zu erhalten, und nachher, um auch die letzten Säurereste von den gebeizten Stücken zu entfernen, wodurch ein Anlaufen und Oxydiren vermieden wird. In Gürtlerwerkstätten, die derartige Operationen im ausgedehntesten Maasse ausführen und grosse Erfahrungen darin haben, behandelt man die fertig gebeizten Gegenstände zuerst mit Regenwasser, um die beim Herausnehmen aus dem Brennbade in Masse anhaftende Säureschicht der Hauptsache nach zu entfernen; dann werden die Gegenstände eine Zeit lang mit Natronlauge behandelt, welche die in geringen Mengen noch vorhandene Säure neutralisiren soll, und schliesslich mit grosser Eindringlichkeit in reinem öfter erneutem Regenwasser gewaschen und getrocknet. Das Trocknen geschieht zweckmässig in Sägespähnen von Ahornholz, die sich in Folge der besonderen Struktur des Holzes dazu am besten eignen; die Sägespähne müssen ebenfalls mehrfach durch neue ersetzt werden.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. — H. Haensch, Beisitzer. — Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

XII. Jahrgang. **September 1892.** Neuntes Heft.

Ueber die Ausdehnungskoeffizienten einiger Glassorten.

Von

M. Thiesen und **K. Scheel.**

(Mittheilung aus der I. Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die Untersuchung, über welche hier kurz berichtet werden soll, wurde zum Theil zu dem Zwecke angestellt, Einrichtungen zu erproben, welche in dem Beobachtungsgebäude der ersten Abtheilung der Reichsanstalt getroffen sind, um in den Apparaten durch Wasserzirkulation konstante Temperaturen herzustellen. Ferner lag auch das Bedürfniss vor, die Ausdehnung des Jenaer Thermometerglases 16^{III} genauer zu kennen, um die Bestimmung der relativen Ausdehnung des Wassers in diesem Glase, welche einer von uns ausgeführt hatte[1]), für die Ausdehnung des Wassers verwerthen zu können.

Das Glas wurde in Form von Kapillarröhren von etwas über 1 *m* Länge und etwa 5 *mm* äusserem Durchmesser verwendet, wie solche für die Anfertigung von Stabthermometern dienen. Zur Verwendung kam französisches Hartglas (*verre dur*), von Tonnelot in Paris bezogen, hier mit *T* bezeichnet, und die beiden Jenaer Thermometergläser 16^{III} und 59^{III}. Die Röhren der Sorten *T* und 16^{III} wurden zunächst dadurch geradegestreckt, dass man sie in vertikaler Lage, unten belastet, aufhing und erhitzte; eine merkliche Verlängerung erfolgte durch diese Operation nicht.

Für die Untersuchungsreihe, deren Resultate hier allein berücksichtigt werden sollen[2]), kam je eine Röhre der drei Sorten zur Verwendung. Die Röhren waren an den Enden bis nahe an die durch die Kapillare gekennzeichnete Axe abgeschliffen, so dass sie in Halbzylinder von etwa 1 *cm* Länge ausliefen; die einander parallelen polirten Ebenen trugen kleine Theilungen von 5 Aetzstrichen in Intervallen von je 0,5 *mm*. Die Mittelstriche der Theilungen waren um nahe 1 *m* von einander entfernt. Schliff und Theilung waren von Herrn Magen ausgeführt.

Die Untersuchungsmethode bestand darin, dass die eine Röhre auf einer nahe konstanten Temperatur von etwa 25° gehalten, und die zu untersuchende Röhre bei 5 verschiedenen Temperaturen von etwa 0°, 25°, 50°, 75°, 100° mit jener Normalröhre verglichen wurde.

Zur Vergleichung diente ein transportabler Ausdehnungskomparator von Pensky im Besitze der Kaiserlichen Normal-Aichungskommission, welcher der

[1]) Scheel, *Die Ausdehnung des Wassers mit der Temperatur. Inaug.-Dissert. Berlin 1890.*

[2]) Für eine erste Untersuchungsreihe dienten je drei Röhren der beiden Jenaer Sorten. Trotzdem die grössere Zahl der Röhren eine vortheilhaftere Anordnung der Messungen erlaubte, war, in Folge einer unzweckmässigen Ausführung der Theilung, die Genauigkeit der Resultate dieser Reihe so gering, dass ihre Mittheilung unterbleiben kann.

Reichsanstalt für diese Untersuchung von der genannten Behörde bereitwilligst überlassen worden war. Die Mikroskope des Komparators waren jedoch ebenso wie die zur Aufnahme der Stäbe bestimmten zwei Tröge durch neue ersetzt worden.

Die Röhren schwammen, an zwei Stellen durch Korke herabgedrückt, auf Quecksilber unmittelbar neben den Thermometern; die Vergleichung geschah durch Pointirung je dreier Striche an den beiden Enden mittels zweier Mikrometermikroskope, welche, an einem verschiebbaren Prisma befestigt, abwechselnd über die beiden die Stäbe enthaltenden Tröge geführt wurden.

Die unmittelbaren Resultate der ausgeführten Messungsreihen sind in den folgenden Tabellen enthalten. Darin bezeichnen A und B die Längen der beiden am Kopfe jeder Tabelle genannten Röhren, t_A und t_B ihre Temperaturen, ausgedrückt in der Skale des Thermometers aus dem Jenaer Glas 16^{III}. In der Kolonne $B-R$ befinden sich die Differenzen der beobachteten Längen gegen die nach der darunter stehenden Formel berechneten.

A = Jenaer Glas 16^{III}, B = *verre dur* (T).

Protokoll Nr.	t_A	t_B	$A-B$	$B-R$	Protokoll Nr.	t_A	t_B	$A-B$	$B-R$
1	0°,26	24°,96	−185μ,9	+0μ,4	11	101°,16	24°,66	+631μ,6	+0μ,6
2	0,20	25,00	−186,2	+0,9	12	101,12	24,81	+627,6	−1,8
3	24,72	24,96	+ 2,8	−0,9	13	74,19	24,79	+401,4	−2,8
4	24,78	24,97	+ 2,3	−1,9	14	74,14	24,79	+402,6	−1,2
5	49,68	24,84	+205,4	+1,7	15	49,52	24,76	+200,4	−2,5
6	49,90	24,70	+206,8	+0,3	16	49,72	24,75	+204,3	−0,4
7	74,50	24,84	+411,9	+5,5	17	24,60	24,88	+ 2,1	−1,4
8	74,54	24,84	+409,8	+3,1	18	24,56	24,81	+ 3,8	+0,1
9	100,77	24,77	+625,3	−1,6	19	0,82	24,93	−181,1	+0,6
10	100,83	24,75	+627,0	−0,5	20	0,80	24,91	−181,8	0,0

$$A_t - B_{24,84} = -187^{\mu},33 + 7^{\mu},669\,t + 0^{\mu},004\,00\,t^2.$$

A = Jenaer Glas 59^{III}, B = *verre dur* (T).

Protokoll Nr.	t_A	t_B	$A-B$	$B-R$	Protokoll Nr.	t_A	t_B	$A-B$	$B-R$
21	0°,24	24°,91	−145μ,1	+1μ,8	31	100°,40	24°,56	+451μ,2	+1μ,7
22	0,22	24,92	−146,4	+0,8	32	100,43	24,53	+449,8	0,0
23	24,49	24,89	− 6,9	+1,4	33	74,69	24,46	+289,1	−3,5
24	24,53	24,84	− 8,6	−0,9	34	74,58	24,46	+291,5	−0,4
25	49,72	24,85	+138,4	−1,3	35	49,76	24,52	+142,0	−0,6
26	49,85	24,77	+138,7	−2,4	36	49,74	24,51	+144,7	+2,1
27	74,71	25,05	+291,8	+3,8	37	25,07	24,50	− 0,3	+1,5
28	74,65	24,54	+292,2	+0,5	38	25,07	24,49	− 0,8	+0,9
29	100,94	24,62	+451,4	−0,9	39	0,36	24,56	−144,3	−0,8
30	100,42	24,61	+449,3	+0,1	40	0,43	24,54	−145,3	−2,4

$$A_t - B_{24,66} = -146^{\mu},37 + 5^{\mu},645\,t + 0^{\mu},002\,82\,t^2.$$

A = *verre dur* (T), B = Jenaer Glas 16^{III}.

Protokoll Nr.	t_A	t_B	$A-B$	$B-R$	Protokoll Nr.	t_A	t_B	$A-B$	$B-R$
41	0°,29	24°,51	− 187μ,0	− 1μ,1	51	101°,30	24°,62	+ 598μ,2	− 1μ,7
42	0,28	24,54	− 185,7	+ 0,6	52	101,30	24,40	+ 601,2	− 0,4
43	25,03	24,43	− 0,1	− 0,6	53	74,70	24,30	+ 383,6	− 4,4
44	25,05	24,41	+ 0,9	0,0	54	74,80	24,28	+ 383,8	− 5,2
45	49,60	24,40	+ 192,6	+ 2,9	55	49,82	25,03	+ 186,3	− 0,1
46	49,60	24,44	+ 190,8	+ 1,4	56	49,84	25,13	+ 185,6	0,0
47	74,69	24,38	+ 388,4	+ 1,1	57	25,30	24,38	+ 3,4	+ 0,4
48	74,91	24,39	+ 391,4	+ 2,4	58	25,36	24,38	+ 3,3	− 0,1
49	101,15	24,36	+ 602,5	+ 1,8	59	0,85	24,40	− 181,3	− 0,3
50	101,24	24,35	+ 603,9	+ 2,5	60	0,93	24,38	− 180,7	− 0,5

$$A_t - B_{24,48} = -187^{\mu},93 + 7^{\mu},421\,t + 0^{\mu},003\,62\,t^2.$$

In eine Diskussion der Fehlerquellen soll hier nicht eingetreten werden; angesichts der geringen angewandten Vergrösserung (eine Umdrehung des Mikrometers = 0,5 *mm*) sind die übrig bleibenden Fehler nicht sehr gross, doch zeigen dieselben und namentlich die Resultate bei 75° noch einen systematischen Charakter, der unerklärt ist. Bemerkt muss allerdings werden, dass die periodischen Fehler der Mikrometerschrauben bisher nicht bestimmt worden sind.

Die Einheit (1 μ), in welcher die Resultate ausgedrückt sind, entspricht nicht genau dem millionsten Theile der Stablänge bei 0°, vielmehr sind die Resultate noch mit 1,000 26 für T und 16^{III} und mit 1,000 27 für 59^{III} zu multipliziren.[1]) Berücksichtigt man dies, so ist die Länge eines Stabes der drei Glassorten bei der Temperatur t, ausgedrückt in der Skale des Quecksilberthermometers aus dem Jenaer Glas 16^{III}, oder bei der Temperatur τ, ausgedrückt in der Skale des Wasserstoffthermometers, durch eine der folgenden Formeln gegeben. Dabei ist angenommen, dass das Quecksilberthermometer bei den Temperaturen

	25°	50°	75°
um	0°,10	0°,11	0°,07

höher steht als das Wasserstoffthermometer.

$$\begin{aligned}
(16^{III}) &= 1 + 10^{-6}\,.\,7{,}761\,t + 10^{-6}\,.\,0{,}004\,00\,t^2 \\
&= 1 + 10^{-6}\,.\,7{,}707\,\tau + 10^{-6}\,.\,0{,}003\,64\,\tau^2 \\
(59^{III}) &= 1 + 10^{-6}\,.\,5{,}646\,t + 10^{-6}\,.\,0{,}002\,82\,t^2 \\
&= 1 + 10^{-6}\,.\,5{,}671\,\tau + 10^{-6}\,.\,0{,}002\,57\,\tau^2 \\
(T) &= 1 + 10^{-6}\,.\,7{,}423\,t + 10^{-6}\,.\,0{,}003\,62\,t^2 \\
&= 1 + 10^{-6}\,.\,7{,}461\,\tau + 10^{-6}\,.\,0{,}003\,23\,\tau^2
\end{aligned}$$

Die Formeln sind unter der Voraussetzung als giltig zu betrachten, dass das Glas so lange bei der betreffenden Temperatur erhalten wurde, dass die thermische Nachwirkung zur vollen Geltung kommen konnte.

In die Messungsreihen für die Gläser 16^{III} und T hätte sich noch eine Bedingungsgleichung einführen lassen, da diese Gläser in beiden Reihen bei 25° mit

---

[1]) Die Messungen, aus denen diese Faktoren abgeleitet sind, wurden von Herrn Dr. Sell mittels einer Schraubentheilmaschine von Runge ausgeführt.

einander verglichen wurden. Da aber die betreffenden Vergleichungen im Mittel auf $\pm 0{,}1\ \mu$ mit einander stimmen, so würde daraus keine wesentliche Aenderung der Endformeln folgen.

Andererseits hätten sich Bedingungsgleichungen aus Untersuchungen anderer Art einführen lassen. Z. B. folgt aus Vergleichungen von Quecksilberthermometern unter einander, dass wohl der zweite Koeffizient für T etwas zu klein ausgefallen ist. Ebenso ergeben Untersuchungen über die relative Ausdehnung des Quecksilbers im Glase mit sehr grossem Gewichte Differenzen zwischen den Ausdehnungen der verschiedenen Glassorten. Doch erschien es verfrüht, derartige Untersuchungen jetzt schon zu berücksichtigen, da sich wohl in nächster Zeit das betreffende Material wesentlich vervollständigen dürfte.

Ueber die Messung hoher Temperaturen.

Von

Dr. **L. Holborn** und Dr. **W. Wien**.

Mittheilung aus der I. Abth. der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

(Fortsetzung und Schluss.)

§ 4.

Bestimmung der Ausdehnung des Porzellans.

Eine zweite Korrektion von erheblicher Bedeutung wird durch die thermische Ausdehnung des Porzellans gefordert. Es liegen bisher keine Bestimmungen dieser Grösse für das Berliner Porzellan in höherer Temperatur vor. Es genügt, den linearen Koeffizienten β zu kennen, weil das homogene Material des Porzellans die Annahme von 3β für den kubischen Koeffizienten genügend rechtfertigt.

Für diese Bestimmung wurde ein besonderer Ofen verwendet; dessen Ansicht Fig. 3 zeigt, während Fig. 4 den Grundriss darstellt. Er hatte einen hufeisenförmigen Aufbau aus Mauersteinen *m*, der auf einem Sandsteinpfeiler ruhte. Auf diesem Aufbau lag eine 5 *cm* dicke kreisförmige Scheibe von Chamotte *n* von 24 *cm* Durchmesser, welche eine rechteckige Oeffnung von 12 *cm* Länge und 1 *cm* Breite hatte. Die Oeffnung wurde dann mit einem Porzellanstreifen *l* von 15 *cm* Länge und 4 *cm* Breite bedeckt, welcher parallel gezogene Striche in der Entfernung von etwa 9 *cm* trug. Auf der Chamottescheibe stand ein Chamottemantel *o* von konischer Form, dessen unterer Durchmesser 15 *cm* und dessen oberer nur etwa 4 *cm* im Lichten betrug. Unten hatte der Mantel Einschnitte zum Herauslassen der Heizgase. Ueber den Chamottemantel wurde ein weiterer eiserner Mantel *p* gesetzt, der unten auf einem besonderen Eisenringe *q* ruhte. Oben hatte er eine Oeffnung,

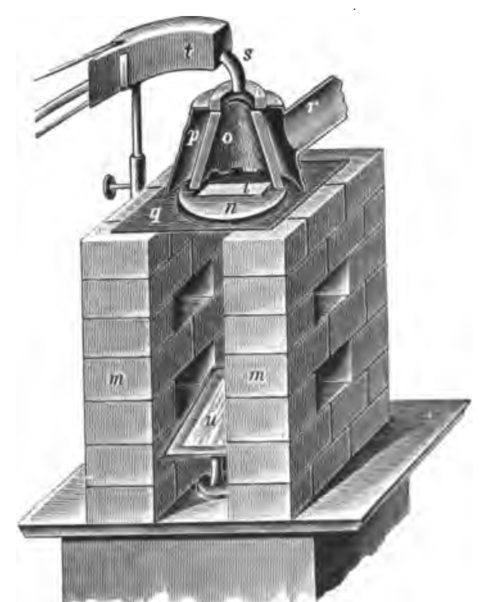


Fig. 3.

welche derjenigen des Chamottemantels entsprach, während er seitlich den Rohransatz *r* trug, der die Verbindung mit dem Schornsteine herstellte. Geheizt

wurde wieder mit einem Gebläse, welches die schon beschriebene Einrichtung hatte, nur war der Brenner ein gebogenes Eisenrohr *s*, aus dem die Flammen von oben durch die erwähnten Oeffnungen in den Ofen geblasen wurden, die dann durch die Einschnitte in den Zwischenraum nach dem Eisenmantel und von da in den Schornstein abströmten. Um den Brenner war ein weites Kupfergefäss *t* gelöthet, durch das beständig frisches Wasser strömte, um die nothwendige Kühlung zu unterhalten und somit das Zurückschlagen der Flamme zu verhüten. Das durch die Flammen erhitzte Porzellan strahlte senkrecht nach unten auf einen Spiegel *u*, welcher die Strahlen horizontal reflektirte; er lag auf einem Metallkasten, der ebenfalls durch fliessendes Wasser gekühlt wurde, und war noch durch Schirme von Asbest vor der Strahlung der dunklen Theile des Ofens geschützt. Ein Meter von dem Spiegel entfernt war ein Komparator *K* (Fig. 4) auf einem Sandsteinpfeiler aufgestellt, auf welchem zwei Fernrohre *v v* senkrecht zur Spiegelrichtung verschiebbar waren. Sie trugen Okularmikrometer mit festem Faden und einer beweglichen Spitze, welche auf die Marke eingestellt werden konnte. Eine besondere Schwierigkeit machte es, brauchbare Marken auf dem Porzellan zu erhalten, welche auch noch die hohen Temperaturen unverändert ertrugen und dabei gute Einstellung gestatteten. Anfangs wurde Chromoxyd gewählt, indem aus Chromchloridlösung feine Striche gezogen und diese geglüht wurden. Diese Methode zeigte sich aber als nicht brauchbar, weil sich die Striche in hoher Temperatur nicht mehr deutlich genug von der Platte abhoben. Es wurden dann die unglasirten Porzellanplatten mit einem dünnen Platinüberzug versehen und in diesen mit dem Diamanten die Striche eingeritzt. Die Platinirung geschieht durch mehrmaliges Auftragen von Platinchloridlösung und nachheriges Brennen. Die Platinschicht bietet auch noch ein gutes Mittel, um eine genaue Temperaturmessung auszuführen. Sie wird zu dem Ende mit einem Platindrahte in leitende Verbindung gebracht und ein Platinrhodiumdraht gegen die Mitte des platinirten Streifens gedrückt. Man ist auf diese Weise sicher, die Temperatur an der berührten Stelle genau zu messen, während man sonst kein Mittel hat, um sich davon zu überzeugen, dass das benutzte Pyrometer die Temperatur der Oberfläche des Porzellans angenommen hat.

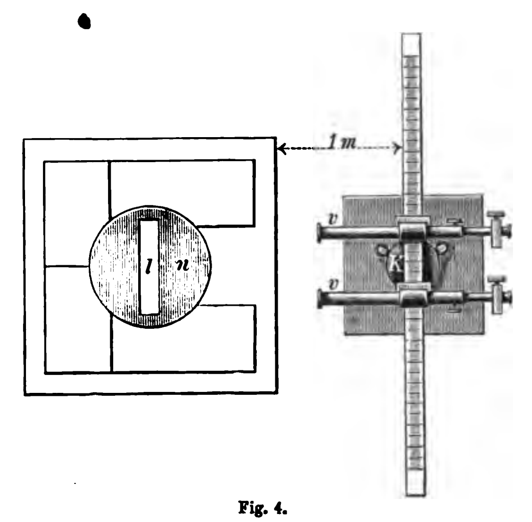


Fig. 4.

Die in die Platinschicht eingeritzten Striche lassen sich auch bei hoher Temperatur mikrometrisch gut einstellen. Bis zu Temperaturen von 1000° halten sich die Platinschichten auch gut, und dieselbe Platte verträgt eine oft wiederholte Erhitzung bis zu dieser Grenze, ohne dass die Deutlichkeit der Marken erheblich abnimmt. Steigt die Temperatur wesentlich höher, so verschwindet die Platinschicht allmälig und muss nach jeder Heizung erneuert werden. Der Grund hierfür liegt wahrscheinlich in der Bildung von Platinsilizium. Es war deshalb schwierig, bei Temperaturen über 1150° die Marken noch genau einzustellen. Die Messungen sind daher über diese Temperatur nicht ausgedehnt. Die Veränderung der Platinschicht war so stark, dass eine mit einer solchen Schicht überzogene

Porzellanplatte, die vor der Erhitzung nur einige Ohm Widerstand hatte, nachher vollständig nichtleitend geworden war. Während der Heizung wurden die Beobachtungsapparate durch Schirme von Asbest vor Strahlung geschützt und nur während der Ablesung die Objektive der Fernrohre frei gemacht. Die Heizung ging verhältnissmässig schnell vor sich, und es konnte durch hinreichende Ventilation die Temperatur im Zimmer innerhalb einiger Grade konstant gehalten werden. Während der Ablesung der Mikrometer wurde die thermoelektrische Kraft des in der erwähnten Weise angeordneten Thermoelements gemessen. Die erste näherungsweise Berechnung der Temperatur genügte auch hier vollständig.

Die Fernrohre waren so aufgestellt, dass in jedem das Bild einer Marke nicht weit von dem festen Faden des Mikrometers erschien. Die Entfernung der Marke vom festen Faden wurde dann in kaltem und heissem Zustande mikrometrisch gemessen. Aus den Differenzen dieser Werthe ergab sich die Ausdehnung. Die Auswerthung der Mikrometerschraube und die Bestimmung des Abstandes der Marken auf dem Porzellan geschah dadurch, dass an Stelle des Porzellanstreifens ein Maassstab gelegt wurde. Die Beleuchtung im kalten Zustande geschah durch eine Glühlampe.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammengestellt, und als Beispiel zwei vollständige Beobachtungsreihen aufgeführt.

Es bedeutet t_1 die Anfangstemperatur, t_2 die Endtemperatur, T die Zimmertemperatur, d die Fadendistanz in *mm*, p die Ausdehnung des Porzellanstreifens in Trommeltheilen der Mikrometerschrauben, x die Entfernung der Marken in *mm* (1 *mm* = 62,7 p), δ die Ausdehnung des Porzellanstreifens in *mm* und β den linearen Ausdehnungskoeffizienten des Porzellans für 1°.

Platte I, IV und V bestanden aus demselben Porzellan wie das zum Luftthermometer benutzte. Die andern sind von wenig verschiedener Zusammensetzung, und die Werthe jeder Platte stimmen unter sich besser als mit denen anderer Platten überein. Indessen scheinen die individuellen Unterschiede einzelner Platten desselben Materials ebenso gross zu sein wie die von Platten verschiedener chemischer Zusammensetzung.

1892	t_1	t_2	t_2-t_1	p	T	x	d	δ	β	Platte
24./3.	18°	1024°	1006	23,5	18°	87,83	92,97	0,375	0,0000041	No. II
	17	1024	1007	21,4	17	„	„	0,341		„
	17	1044	1027	21,2	21	„	„	0,338		„
	17	1080	1063	22,9	21	„	„	0,365		„
	80	1080	1000	23,2	19	„	„	0,370		„
	60	1015	955	22,9	20	„	„	0,365		„
	93	538	445	9,5	20	„	„	0,152	0,0000039	„
25./3.	20	1051	1031	22,8	20	89,67	„	0,364	0,0000044	No. III
	86	1051	965	23,8	22	„	„	0,380		„
	86	1084	998	25,4	25	„	„	0,405		„
	94	1084	990	24,8	24	„	„	0,395		„
	86	602	516	11,5	21	„	„	0,183	0,0000044	„
	25	528	503	13,0	19	„	„	0,207		„

Für Platte I, IV, V ergaben sich:

	t_2	$t_1 - t_2$	β
I	1062°	1044°	0,0000046
IV	1131°	1023°	0,0000044
IV	1006°	896°	0,0000043
V	1122°	1102°	0,0000047
V	1122°	1031°	0,0000048
V	649°	559°	0,0000048

Die zur Beobachtung erforderliche Konstanz der Temperatur konnte nur durch Herstellung eines stationären Zustandes erreicht werden. Es wurden deshalb die Beobachtungen auf zwei Temperaturintervalle beschränkt, von denen das eine von Zimmertemperatur bis etwa 500° ging und durch leuchtende Gasflamme ohne Gebläse hergestellt wurde. Das zweite erstreckte sich dann bis zur oberen Grenze. Wie man aus den Tabellen ersieht, kann man keine konstanten Unterschiede des Ausdehnungskoeffizienten für die beiden Intervalle annehmen.

§ 5.

Berechnung der Resultate.

Bei den Messungen mit dem Luftthermometer wurden zwei Porzellangefässe benutzt, die beide dieselbe Form und fast gleichen Inhalt hatten. Das erste Gefäss ist mit vier verschiedenen Füllungen zehnmal bis über 1300° erhitzt worden, ohne dass es eine bemerkbare Veränderung erlitt. Mit dem zweiten Gefäss sind wir nur einmal bis 1430° gelangt; es war nach der Abkühlung noch unbeschädigt, zerbrach aber nachher leider, weil eine Muffel des Ofens sich verschob. Die Aichung des Thermoelements beruht also über 1300° hinaus auf Beobachtungen mit diesem zweiten Gefäss. Höher als 1430° sind wir nicht gegangen, weil mit dem benutzten Gebläse keine höhere Temperatur in unserm Ofen zu erzielen war.

Nicht alle Porzellangefässe waren in gleicher Weise für unsere Zwecke tauglich; es sind mehrere zersprungen, ohne dass sie wesentlich anders behandelt wären als die beiden andern. Diese zeigen aber, dass man bei Anwendung von zweckmässigen Füllungen mit Porzellangefässen höhere Temperaturen messen kann, als bisher geschehen ist. Wir sind bei den vorliegenden Beobachtungen noch nicht bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit gelangt, und es ist wahrscheinlich, dass man noch erheblich höher kommt, wenn die im Gefäss eingeschlossene Luft stets unter demselben Druck bleibt und die Vergrösserung des Volumens gemessen wird.

Das erste Gefäss wurde mit trockner Luft gefüllt, die bei 0° eine Spannung von 138,6, 160,1, 141,6 und 152,2 *mm* Quecksilberdruck hatte. Vor jeder neuen Heizung wurde wieder der Druck der eingeschlossenen Luft bei Zimmertemperatur beobachtet. Hieraus ergab sich, dass das Volumen des Gefässes keine Veränderung erlitt, da die Abweichungen in die Grenze der Beobachtungsfehler fielen. Als Beispiel seien für zwei Füllungen die Ablesungen an verschiedenen Tagen angeführt, zwischen denen jedesmal eine Heizung liegt. Sie sind auf 0° reduzirt.

20. Nov. 1891:	138,5 *mm*	4. Dez. 1891:	152,1 *mm*
23. „ „	138,6 „	5. „ „	152,1 „
24. „ „	138,8 „	8. „ „	152,5 „

Zum Schluss wurde das Gefäss aus dem Ofen genommen und in einen Kupferkasten gelegt, um noch Temperaturen von 100° bis —80° beobachten zu

können. Diese wurden theils durch ein Wasserbad, theils durch Kältemischungen und feste Kohlensäure hergestellt. Die Füllung entsprach hier bei 0° einem Druck von 699,1 *mm* Quecksilber.

Das zweite Gefäss, welches für die Beobachtung höherer Temperatur diente, wurde deshalb nur mit einem Luftquantum von 117,0 *mm* Druck bei 0° gefüllt.

Vor der Berechnung wurden alle abgelesenen Quecksilberhöhen auf 0° reduzirt.

Bedeutet alsdann[1] V das Volumen des Gefässes beim absoluten Nullpunkt, $v_1, v_2 \ldots$ die Volumina der einzelnen Theile des schädlichen Raums, T die zu bestimmende absolute Temperatur im Gefäss, P den Druck der Luft bei der Temperatur T, $t_1, t_2 \ldots$ die absoluten Temperaturen der schädlichen Räume bei der Beobachtung, $\mathfrak{T}$, $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{t}_1$, $\mathfrak{t}_2 \ldots$ die entsprechenden Grössen bei 0° (also $\mathfrak{T} = \mathfrak{t}_1 = \mathfrak{t}_2 = \ldots 272{,}5$), 3β den kubischen Ausdehnungskoeffizienten des Porzellans, und legt man für den absoluten Nullpunkt den Werth 272,5° zu Grunde, welcher dem Werthe 0,00667 des Ausdehnungskoeffizienten der Luft entspricht, so ist, wenn wir von der Volumveränderung der schädlichen Räume absehen:

$$P\left(\frac{1+3\beta T}{T} + \frac{1}{V}\sum_1^n \frac{v_n}{t_n}\right) = \mathfrak{P}\left(\frac{1+3\beta\mathfrak{T}}{\mathfrak{T}} + \frac{1}{V}\sum_1^n \frac{v_n}{\mathfrak{t}_n}\right).$$

Die rechte Seite der Gleichung ist für jede Füllung eine Konstante.

Da die Grösse

$$\frac{1}{V}\sum_1^4 \frac{v_n}{t_n}$$

für jedes Gefäss nur eine bestimmte Funktion der Temperatur ist (vgl. § 3), so wurde diese nach den oben erhaltenen Werthen für ein bestimmtes Intervall von t berechnet und dann graphisch aufgetragen; es konnte dann ihr Werth für jedes gegebene T aus der so erhaltenen Kurve entnommen werden.

Für β wurde der Werth 0,0000044 genommen, welcher aus den Beobachtungen an den entsprechenden Platten als bester Mittelwerth erhalten wurde.

Als Beispiele mögen hier drei Beobachtungsreihen folgen: t ist die in angegebener Weise berechnete Temperatur von 0° an gerechnet und e die elektromotorische Kraft des Thermoelements A, das sich im Luftgefäss befand, in *Mikrovolt*.

1891. 23. November:

Steigende Temperatur

e	590	1720	5540	7810	8630	9630	10870	12590	12930
t	116°	248°	660°	852°	910°	1011°	1118°	1256°	1275°

Fallende Temperatur

e	1800	2650	3800	4790	5080	6080	7800	8640	9640	10570	11770
t	254°	345°	461°	565°	626°	688°	839°	919°	1004°	1083°	1184°

1891. 3. Dezember:

Steigende Temperatur

e	650	1510	2460	7360	8540	9850	11800	13180	13460
t	115°	215°	316°	796°	901°	1011°	1174°	1282°	1307°

Fallende Temperatur

e	3510	4320	5710	8120	9350	10760
t	433°	517°	656°	868°	979°	1092°

[1]) Weinhold, *Pogg. Ann. 149. S. 195. (1873.)*

1891. 7. Dezember:

Steigende Temperatur

e	530	1290	2140	3270	4310	5480	6770	8370	10200	11750	12620
t	103°	194°	287°	409°	521°	630°	734°	898°	1052°	1182°	1251°

Fallende Temperatur

e	2990	4400	5830	7100	8410	9520	11330
t	381°	531°	660°	782°	897°	1010°	1142°

Die folgende Tabelle enthält die Werthe der Temperatur als Funktion der elektromotorischen Kraft des Thermoelements *A* mit 10 % Rhodiumlegirung, wie

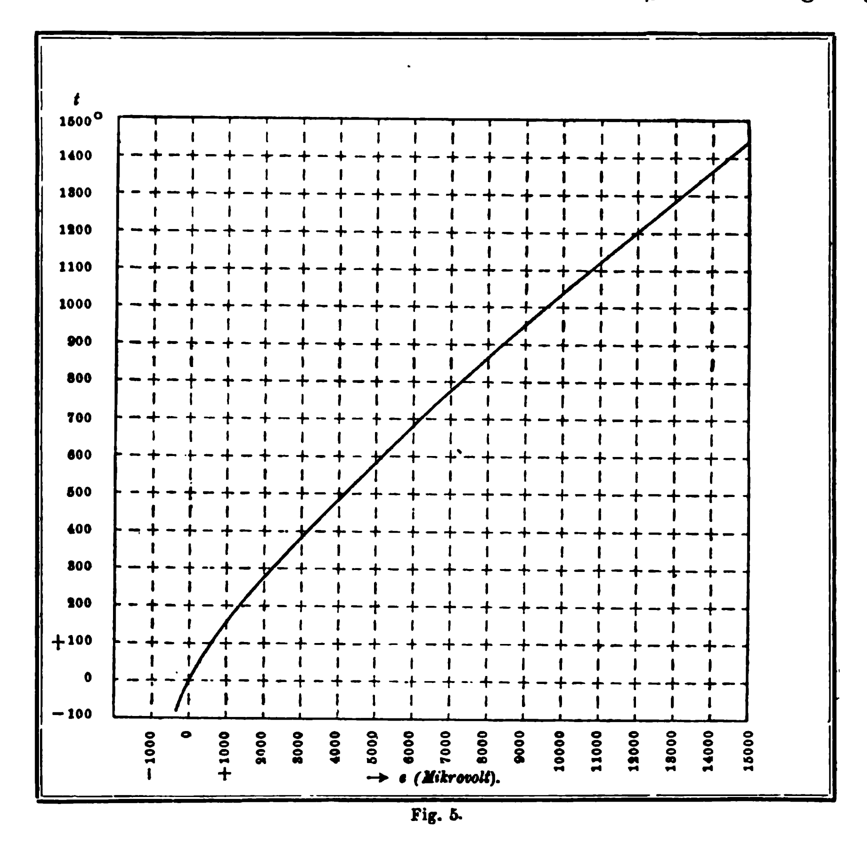


Fig. 5.

sie auf Grund aller angestellten Beobachtungsreihen für die von 500 zu 500 *Mikrovolt* fortschreitenden Werthe des Arguments berechnet worden sind. Eine Uebersicht des Verlaufs zeigt die Kurve in Fig. 5.

t	— 80°	0°	82°	154°	220°	273°	329°	379°	431°	482°	533°
e	— 361	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500
f(e)	—	0°	68°	133°	205°	258°	316°	373°	428°	482°	534°
t	584°	633°	680°	725°	774°	816°	862°	906°	952°	996°	1038°
e	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000
f(e)	584°	633°	681°	728°	773°	818°	862°	904°	947°	988°	1030°
t	1080°	1120°	1163°	1200°	1241°	1273°	1311°	1354°	1402°	1445°	
e	10500	11000	11500	12000	12500	13000	13500	14000	14500	15000	
f(e)	1071°	1111°	1151°	1192°	1233°	1273°	1314°	1356°	1397°	1439°	

Die ganze Funktion dritten Grades

$$f(e) = 13{,}76e - 0{,}004841e^2 + 0{,}000001378e^3$$

stellt die Beziehung zwischen e und t mit ziemlicher Annäherung in dem Intervall von 400° bis 1440° dar. Es lohnt nicht, eine noch genauere Formel zu berechnen, da der Unterschied in der thermoelektrischen Kraft verschiedener Drähte die Abweichungen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen übersteigt und man für jeden eine neue Formel berechnen müsste. (Vergl. § 6.)

Die Richtung der thermoelektromotorischen Kraft ist folgende: es geht der Strom an der heissen Löthstelle vom Platin zum Platinrhodium.

§ 6.

Vergleichung verschiedener Thermoelemente.

Eine wichtige Aufgabe war es noch, die Angaben verschiedener Thermoelemente selbst miteinander zu vergleichen.

Es kommen einmal Elemente in Betracht, welche aus demselben Drahtstück hergestellt sind; ferner solche, deren Theile aus verschiedenen Drähten bestanden, welche gleiche Zusammensetzung haben sollten, aber unabhängig von einander hergestellt waren. Endlich wurden noch solche Elemente untersucht, bei denen der eine Theil nicht 10%, sondern 9, 11, 20, 30, 40% Rhodium enthielt. Sämmtliches Material stammt aus der Platinschmelze von W. C. Heräus in Hanau. Das Material hat sich schon früher als sehr rein herausgestellt. Dagegen ist es technisch mit grossen Schwierigkeiten verbunden, Platinrhodiumlegirungen von derselben Zusammensetzung genau wiederherzustellen.

Die benutzten Platindrähte zeigten beim Erwärmen nur geringe Thomson-Ströme, auch hatten Stücke aus Drähten zweier verschiedener Lieferungen keine Potentialdifferenz gegeneinander, wenn sie zusammengeschweisst waren und ihre Verbindungsstelle erwärmt wurde. Dagegen unterschied sich der Platindraht einer dritten Sendung sehr erheblich von den beiden andern. Vertauschte man ihn in einem Element gegen einen der beiden ersten Drahtsorten, so brachte dies in der Temperaturangabe bei 1200° eine Aenderung von etwa 40° hervor. Alle Beobachtungen, welche mit diesem Drahte gemacht wurden, sind später unter Benutzung der beiden andern Drahtsorten wiederholt. Bei den 10% Rhodiumlegirungen treten beim Erwärmen etwas grössere Thomson-Ströme auf als bei den Versuchen mit reinem Platindraht. Im Ganzen können die Thomson-Ströme bei zwei verschiedenen Elementen aus demselben Platindraht und demselben 10% Rhodiumdraht im ungünstigsten Falle bei den höchsten Temperaturen einen Unterschied von 5° bewirken, wie ein später folgendes Beispiel zeigt. Zwischen Rhodiumlegirungen verschiedener Lieferungen von angeblich gleichem Gehalt an Rhodium kommen grössere Unterschiede im thermoelektrischen Verhalten vor. Es kann dies aus dem oben angegebenen Grunde nicht auffallen.

In welchem Maasse überhaupt die Thermoelemente von dem Rhodiumgehalt der Legirung abhängen, zeigen die Resultate der weiteren Vergleichung. Es war leider nicht möglich, den Rhodiumgehalt noch über 40% zu steigern, wenn die Legirung sich noch in Drahtform sollte herstellen lassen, da die Sprödigkeit des Materials mit dem Rhodiumgehalt bedeutend wächst. Auf alle Fälle scheint es geboten, jeden Platin- und Platinrhodiumdraht vor dem Gebrauch zu prüfen und

mit einem Thermoelement zu vergleichen, welches an das Luftthermometer angeschlossen ist.

Die Vergleichung wurde zunächst in der Weise versucht, dass man die Löthstellen der beiden zu vergleichenden Thermoelemente in einem engbegrenzten Theile des Ofens nebeneinander legte. Hierbei wurden die Drähte durch Porzellanröhrchen von einander isolirt und gegen die direkten Flammen geschützt. Aber dieselbe Schwierigkeit, welche so oft bei diesen Beobachtungen hervorgetreten war, nämlich selbst in geringer Ausdehnung gleichmässige Temperatur herzustellen, machte sich auch hier geltend. Es wurden deshalb die zu vergleichenden Drähte in einem Punkte sämmtlich zusammengeschweisst, eine Operation, welche im gewöhnlichen Gasgebläse mit einem kleinen mit einem Platinblech bedeckten Hammer ausgeführt wurde. Es konnte dann jede Kombination je zweier Drähte zum Stromkreis genommen und ihre thermoelektrische Kraft gemessen werden, während die Enden der übrigen isolirt blieben. Die Drähte

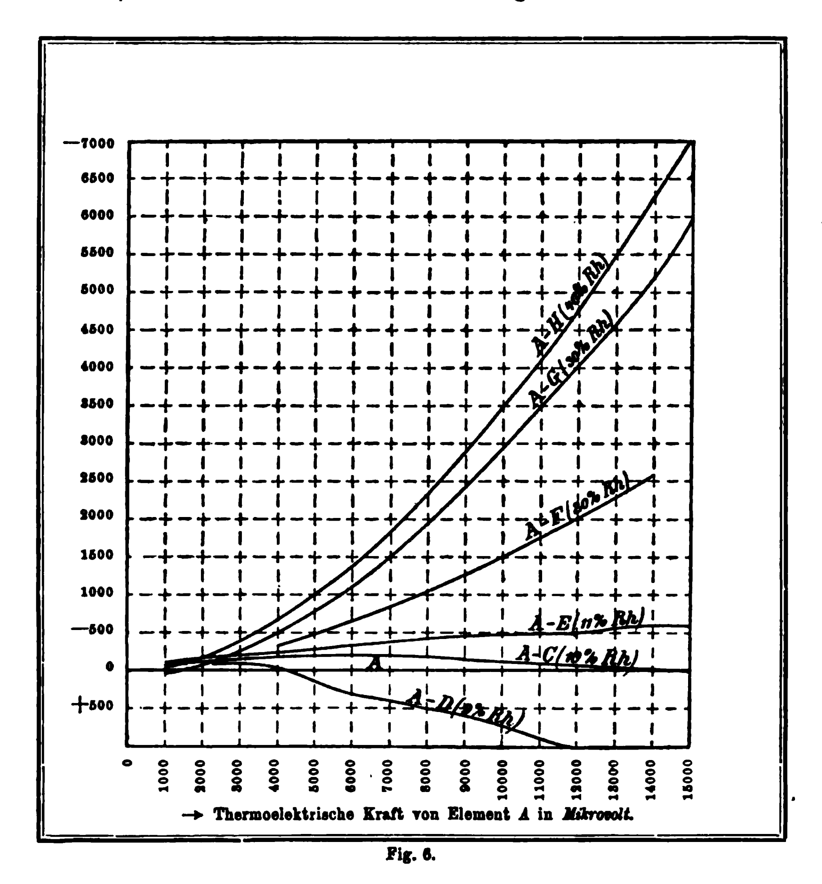


Fig. 6.

wurden durch Porzellankapillaren isolirt, welche aus dem Ofen herausragten und möglichst weit an die gemeinsame Löthstelle herangingen; diese wurde in reinen Quarzsand eingebettet, so dass die Thermoelemente vollständig vor den Flammen geschützt waren. Bei mehreren Vergleichungen wurden auch zweckmässig die Drähte mit ihren Isolirungen in eine Porzellanröhre gebracht, welche quer durch den ganzen Ofen ging und sie vor den Flammen schützte.

Die thermoelektrischen Kräfte der zu vergleichenden Elemente wurden nicht genau gleichzeitig, sondern abwechselnd kurz nacheinander gemessen und darauf

für gleiche Zeit und Temperatur berechnet. Sowohl bei steigender wie bei fallender Temperatur im Ofen waren die nach dieser Methode gewonnenen Resultate vollständig genau. In der folgenden Tabelle sind die Unterschiede aller Elemente gegen das Thermoelement A angegeben, das mit dem Luftthermometer direkt verglichen war. Die Elemente C_1 und C_2 bestanden aus demselben Platin und derselben 10% Rhodiumlegirung; letztere war aber verschieden von der des Elements A. Die Elemente D, E, F, G und H bestehen aus Platin und einer Legirung von angeblich 9, 11, 20, 30 und 40% Rhodium. Die Vergleichungen ergaben, dass die thermoelektrische Kraft für hohe Temperatur mit dem Rhodiumgehalt bedeutend zunimmt, während in den niederen Temperaturen die Unterschiede viel geringer sind.

Die Zunahme der thermoelektrischen Kraft mit dem Rhodiumgehalt ist von 10% Gehalt an eine ziemlich gleichmässige, so dass es für die Wiederherstellung eines konstant wirkenden Elements keine besonders bevorzugte Legirung zu geben scheint. Den Verlauf der Kurven für die einzelnen Elemente zeigt Fig. 6 (a. vorg. S.). Sie giebt die Differenzen der thermoelektrischen Kraft der Elemente gegen das Element A als Abszisse in *Mikrovolt*.

A 10% *Rh.*	$C_1 - A$ 10% *Rh.*	$C_2 - A$ 10% *Rh.*	$D - A$ 9% *Rh.*	$E - A$ 11% *Rh.*	$F - A$ 20% *Rh.*	$G - A$ 30% *Rh.*	$H - A$ 40% *Rh.*
1000	+ 60	—	—	+ 100	—	— 20	+ 40
2000	+ 110	+ 90	+ 60	+ 160	+ 110	+ 60	+ 170
3000	+ 140	+ 110	+ 80	+ 210	+ 170	+ 250	+ 380
4000	+ 160	+ 130	+ 40	+ 250	+ 320	+ 490	+ 670
5000	+ 190	+ 160	— 120	+ 300	+ 500	+ 770	+ 1010
6000	+ 180	+ 150	— 300	+ 340	+ 670	+ 1100	+ 1390
7000	+ 170	+ 130	— 390	+ 380	+ 850	+ 1500	+ 1840
8000	+ 160	+ 120	— 490	+ 410	+ 1050	+ 1960	+ 2340
9000	+ 150	+ 110	— 590	+ 440	+ 1280	+ 2450	+ 2910
10000	+ 130	+ 80	— 720	+ 460	+ 1520	+ 2980	+ 3520
11000	+ 90	+ 40	— 900	+ 490	+ 1760	+ 3510	+ 4170
12000	+ 60	0	— 1040	+ 510	+ 2010	+ 4060	+ 4760
13000	+ 40	— 10	—	+ 550	+ 2300	+ 4600	+ 5490
14000	+ 20	— 20	—	+ 590	+ 2580	+ 5210	+ 6280
15000	0	—	—	+ 600	—	+ 5970	+ 7040

§ 7.

Bestimmung der Schmelzpunkte einiger Metalle.

Um an die älteren Temperaturbestimmungen Anschluss zu gewinnen, wurden noch die Schmelzpunkte einiger Metalle bestimmt. Das Thermoelement gab ein Mittel an die Hand, auch bei Anwendung geringer Mengen des Metalls den Schmelzpunkt zu bestimmen. Die genaueste Beobachtung des Schmelzpunktes schien erreichbar, wenn ein kurzes Stück des zu prüfenden Materials als Verbindung der Drähte des Thermoelements mit diesen zusammengeschmolzen wurde. Es war anzunehmen, dass die geringe Ausdehnung des leitenden Zwischenstücks die Gleich-

mässigkeit der Temperatur sicherte, sodass die thermoelektrischen Kräfte der beiden Verbindungsstellen, soweit sie von dem fremden Metall herrühren, sich gegenseitig aufheben mussten. Der Schmelzpunkt musste sich dann in scharfer Weise durch die Stromunterbrechung anzeigen. Die auf diese Weise unternommenen Beobachtungen geben aber nur bei Gold sichere Resultate. Bei Silber und Kupfer entstand in der Nähe des Schmelzpunktes ein ausserordentliches Schwanken der thermoelektrischen Kraft, welches eine genaue Beobachtung erschwerte und keine übereinstimmenden Ergebnisse brachte. Namentlich waren die Schwankungen bei Kupfer derartig stark, dass die Beobachtung nach dieser Methode hier ganz aufgegeben werden musste. Diese Erscheinungen können unter Berücksichtigung der Thatsache, dass sie bei Gold ganz fehlen, wohl nur aus chemischen Umsetzungen, wie Oxydationen der untersuchten Metalle, welche neue elektromotorische Kräfte hervorrufen können, erklärt werden.

Es wurde deshalb ein anderer Weg eingeschlagen. Eine Porzellankapsel, welche aus zwei auf einander passenden Halbkugeln von 40 *mm* Durchmesser und 5 *mm* Wandstärke bestand, war mit feinen Löchern zum Hindurchlassen von Drähten versehen. In diese wurden zwei nach der angegebenen Methode verglichene Thermoelemente geführt und die ganze Kapsel mit Quarzsand bedeckt. Bei der Erhitzung zeigte sich dann, dass die beiden Elemente so wenig von ihren verglichenen Werthen abwichen, dass beide dieselbe Temperatur haben mussten.

Dann wurden an die Stelle des einen Elements zwei Platindrähte gebracht, durch die Löcher in die Porzellankugel eingeführt und hier durch ein Stück des zu schmelzenden Metalls verbunden. Die Verbindung geschah ohne Anwendung eines dritten Metalls durch Zusammenschmelzen. Wir haben uns durch besondere Versuche davon überzeugt, dass die Legirungen von Platin mit einem der drei untersuchten Metalle (Gold, Silber und Kupfer) jedesmal höher schmelzen als das nicht mit Platin legirte, reine Metall, so dass durch die Entstehung einer Legirung an der Verbindungsstelle kein Fehler zu befürchten war. Die beiden Platindrähte waren ausserhalb des Ofens mit einem Element und einem Galvanoskop zu einem Stromkreis verbunden. Es wurde alsdann der Ofen angeheizt, und die Temperatur mittels des Thermoelements in dem Augenblick bestimmt, wo das Galvanoskop die Unterbrechung des Stromkreises und damit den Schmelzpunkt des Metalls anzeigte. Die mit Gold gemachten Beobachtungen ergeben dieselben Werthe wie die nach der ersten Methode erhaltenen, während die von Silber jetzt unter einander eine grössere Uebereinstimmung zeigten als früher. Für Kupfer ergaben sich dagegen noch immer bedeutendere Abweichungen. Alle drei Metalle wurden in Drahtform angewendet. Die qualitative Analyse ergab für Gold eine Spur Kupfer, für Silber eine Spur Eisen, während das elektrolytische Kupfer sich als rein erwies. In der folgenden Tabelle sind die so erhaltenen Werthe angegeben, indem unter I die nach der zuerst beschriebenen, unter II die nach der zweiten Methode bestimmten aufgenommen sind.

Für Gold ergiebt sich als Mittelwerth aller Beobachtungen 1072° als Schmelzpunkt, für Silber als Mittelwerth der nach II gemachten Beobachtungen 968°, für Kupfer 1082°.

Die erste Spalte enthält die Bezeichnung der zur Temperaturbestimmung benutzten Thermoelemente (vgl. § 6), die zweite ihre Angaben reduzirt auf Element *A* und die dritte die hiernach sich ergebenden Schmelzpunkte.

Element	$e_{Mikrovolt}$	Schmelzpunkt	Element	$e_{Mikrovolt}$	Schmelzpunkt
	Gold I			Silber I	
E	10460	1075°	C	9310	980°
"	10460	1075	"	9290	978
"	10410	1071	"	9100	961
"	10460	1075	"	9180	968
C	10410	1071		Silber II	
"	10440	1073	D	9170	967
C_3	10390	1069	"	9180	968
"	10430	1072	"	9150	966
"	10420	1072	"	9110	962
E_3	10440	1073	"	9180	968
"	10450	1074	C_3	9260	975
"	10420	1072	"	9190	969
	Gold II			Kupfer II	
C_3	10320	1064	D	10530	1082
"	10400	1070	"	10470	1078
"	10360	1067	"	10500	1080
			"	10620	1090

Zur Vergleichung seien hier noch die Bestimmungen älterer Beobachter angeführt.

	v. d. Weyde (1879)	Pictet (1879)	Violle (1879)	Erhard u. Schertel (1879)	Ledebur (1881)	Callendar (1892)
Gold	1250°	1100°	1035°	1075°	—	1037°
Silber	—	—	954°	954°	960°	982°
Kupfer	1093°	1050°	1054°	—	1100°	—

Anhang.

Anordnung des Pyrometers für den technischen Gebrauch.

Da die Anordnung, wie sie für unsere Vergleichungen gebraucht wurde, für die Anwendung in der Technik zu komplizirt war, haben wir dem Pyrometer folgende Form für praktische Zwecke gegeben.

Um eine Ablesung mit Spiegel und Skale ganz zu vermeiden, ist von der Anwendung eines d'Arsonval-Galvanometers abgesehen, das von Le Chatelier für diesen Zweck gebraucht wird. Wir haben die Kompensationsmethode für die Messung der thermoelektrischen Kraft beibehalten, um von der auf die Galvanometernadel wirkenden Richtkraft unabhängig zu sein. Zugleich wurde ein astatisches System von zwei Magneten angewandt, dessen Ruhelage durch äussere Störungen wenig beeinflusst wird. Der Multiplikator des Galvanometers hatte eine Länge von 122 *mm*, eine Höhe von 84 *mm* und eine Breite von 40 *mm*. Die Magnete bestanden aus dünnem Uhrfederstahl und waren je 50 *mm* lang und 10 *mm* breit. Der eine von ihnen befand sich im Innern der Windungen in einem Kupferrahmen von 1,5 *mm* Wandstärke, der so eng war, als es die freie Beweglichkeit des Magnets gestattete. Der andere trug einen leichten Zeiger und

spielte oberhalb der Windungen auf einer kleinen Theilung. Das ganze System war an einem Kokonfaden aufgehängt. Die Wickelung bestand aus zwei Lagen dicken Kupferdrahtes, die bei der Messung der thermoelektrischen Kraft parallel geschaltet wurden. Man konnte auf diese Weise noch auf 10° genau messen, wenn man den Ausschlag des Zeigers mit blossem Auge beobachtete.

Die thermoelektrische Kraft wurde mit derjenigen von zehn Thermoelementen verglichen, die aus Nickel und Kupfer bestanden. Clarkelemente können nicht zur Kompensation gebraucht werden, weil sie dann Strom geben müssen und ihre Konstanz nicht beibehalten. Die heissen Löthstellen befanden sich in einem doppelwandigen, mit Asbest umkleideten Kasten über siedendem Wasser, die kalten werden in einem zweiten Kasten durch schmelzendes Eis auf die Temperatur 0° gehalten. In demselben Kasten befinden sich die kalten Löthstellen des Platin- und Platinrhodiumdrahtes. Die im Eis befindlichen Löthstellen müssen isolirt werden. Die Messung geschah durch Verschieben eines Schleifkontaktes auf einem Brückendraht. In beiden Stromkreisen befanden sich noch Widerstandskästen von 1 bis 10 *Ohm*, um für verschiedene Temperaturen die günstigste Empfindlichkeit im Galvanometerkreise zu erhalten. Es ist dann leicht, die Temperaturen direkt als Skale neben den Widerständen aufzutragen.

Für genauere Messungen erfordert der wechselnde Barometerstand und die hierdurch bedingte veränderliche Temperatur des siedenden Wassers eine kleine Korrektion, die sich leicht aus den Angaben eines Thermometers, welches sich in den Dämpfen des siedenden Wassers befindet, entnehmen lässt.

Die elektromotorische Kraft des Nickel-Kupferelementes ist bei der Anwendung von Material aus verschiedenen Bezugsquellen verschieden. So gab die Temperaturdifferenz von 100° für dasselbe elektrolytische Kupfer gegen

Nickel	Nickel	Nickel
(Schuchardt)	(Trommsdorf)	(Lange)
2350	2230	2150 *Mikrovolt.*

Es geht hieraus hervor, dass vor der Anwendung eine Aichung der Elemente erforderlich ist, die ja auch das Platinrhodiumelement verlangt.

Ueber einige von Prof. Abbe konstruirte Messapparate für Physiker.

Von
Dr. C. Pulfrich in Jena.

(Mittheilung aus der Optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena).

Die nachstehend beschriebenen Instrumente, welche schon seit einer Reihe von Jahren für die Zwecke der Jenaer Werkstätte in Anwendung sind und gegenwärtig auch für den allgemeinen Gebrauch angefertigt werden, wurden durch Herrn Professor Abbe auf der Naturforscherversammlung in Bremen, September 1890, zum ersten Male weiteren Kreisen bekannt gegeben. In *dieser Zeitschrift 1890, S. 446*, sind die Apparate damals nur kurz skizzirt worden, indem eine ausführliche Beschreibung derselben für später in Aussicht genommen war; dieselbe soll im Folgenden gegeben werden.

Der Zweck, für welchen die Apparate bestimmt sind, ist der, mit ihnen Längen von mässiger Grösse mit grösstmöglicher Genauigkeit (bis zu $^1/_{1000}$ *mm*) auszumessen. Die Apparate werden also vorzugsweise bei physikalischen Arbeiten nützliche Verwendung finden. Hervorgegangen aus dem Bedürf-

niss, für den praktischen Gebrauch in der Werkstätte derartige Messvorrichtungen zu besitzen, dürften die Apparate an erster Stelle geeignet erscheinen, den bisher in physikalischen Laboratorien oft empfundenen Mangel an leicht zu handhabenden und genau arbeitenden Instrumenten für den angegebenen Zweck zu beseitigen.

Den speziellen Aufgaben entsprechend, welche eine Längenmessung nothwendig machen, sind im Ganzen drei verschiedene Konstruktionen zur Ausführung gelangt:

I. Das Kontaktmikrometer, ein Dickenmesser bis zu 50 *mm* messend, für Körper mit festen Grenzflächen zur Kontakteinstellung (Fig. 1).

II. Der Komparator für Visureinstellung, bis zu 100 *mm* messend, zur Ausmessung von Theilungen, Gittern, Spektren, Sternphotographien u. s. w., allgemein zur Bestimmung der Dimensionen solcher Körper, deren Grenzen durch Anvisiren, mittels eines Mikroskops, sich einstellen lassen (Fig. 2).

III. Das Sphärometer, dem Dickenmesser ähnlich, zur Bestimmung der Krümmungsradien von Kugelflächen durch Messung der sogenannten Pfeilhöhe (Fig. 3).

Als Richtschnur für die Konstruktion dieser drei Apparate hat der Urheber (a. a. O.) die beiden folgenden Anforderungen aufgestellt und dieselben wie nachstehend begründet:

„1. Die Messung in allen Fällen, sowohl bei Kontakteinstellung wie bei Visureinstellung, ausschliesslich zu gründen auf eine Längentheilung, mit welcher die zu messende Strecke direkt verglichen wird.

2. Den Messapparat stets so anzuordnen, dass die zu messende Strecke die geradlinige Fortsetzung der als Maassstab dienenden Theilung bildet.

Die erste Forderung beruht auf der Erwägung, dass Theilungen sicherer und genauer herzustellen sind als andere Messvorrichtungen, dass ihre Fehler leicht ein für allemal sich bestimmen, ihre gesetzmässigen Veränderungen durch den Temperaturwechsel sicher in Rechnung sich bringen lassen, endlich dass bei ihnen unregelmässige und unkontrolirbare Fehlerquellen, die z. B. bei Schrauben stets zu fürchten sind, so gut wie vollkommen ausgeschlossen werden können.

Die zweite Bedingung, dass Maassstab und die zu messende Strecke nicht nebeneinander, sondern in der Richtung der stattfindenden Verschiebung hintereinander liegen sollen, verfolgt den Zweck, die Vergleichung der zu messenden Länge mit dem Maassstab unabhängig zu machen von der grösseren oder geringeren Vollkommenheit des Bewegungsmechanismus, der die Ausführung der Vergleichung vermittelt. — Gehören jene Strecke und der Maassstab zwei verschiedenen Geraden an, die einen gewissen Abstand von einander besitzen, so ist die relative Bewegung des Ableseindex gegen den Anfangspunkt des Maassstabes, d. h. also das abgelesene Maass, mit der zu messenden Länge im Allgemeinen nur dann identisch, wenn das jeweils bewegte System (Objekt und Maassstab, oder Objekt und Ableseindex, oder wie es sonst gebildet sein mag) eine reine Parallelverschiebung ohne Drehung ausführt. Erleidet dieses System zwischen Anfangs- und Endlage eine Drehung, so ist die Ablesung am Maassstab von der zu messenden Länge verschieden und zwar — unabhängig vom Ort des Drehungszentrums — um das Produkt aus dem Drehungswinkel und dem Abstand der beiden Geraden (Maassstab und Strecke). Beträgt z. B. dieser Abstand 100 *mm*, so bewirkt eine Drehung von nur 2″ schon eine Differenz von 1 μ. Es ist also

unter solchen Umständen eine sehr exakte Parallelführung erforderlich, wenn eine Genauigkeit der Messung bis auf 1 μ gewährleistet sein soll. Werden dagegen die zu messende Strecke und der Maassstab in ein und dieselbe Gerade gebracht, so ist der Einfluss der Drehung auf die Vergleichung beider eliminirt bis auf solche Grössen, die dem Quadrat des Drehungswinkels proportional, also von zweiter Ordnung sind.

Die in Betracht stehende Anordnung lässt sich ohne anderweitige Uebelstände natürlich nur da anwenden, wo es sich um mässige Dimensionen handelt, weil sie die Verlängerung des Messapparates auf das Doppelte des verlangten Umfanges der Messungen mit sich bringt. Wo jedoch das Letztere kein Hinderniss bildet, gewährt jene Anordnung den Vortheil, die Genauigkeit der Messung fast völlig unabhängig zu machen von allen Mängeln des angewandten Bewegungsmechanismus hinsichtlich der Parallelführung. Im Besonderen gestattet sie, unbeschadet der Genauigkeit, auch ganz lose gehende Führungen, welche keinem merklichen Reibungswiderstand unterliegen, in Anwendung zu bringen."

Auch in den folgenden Punkten besitzen die Apparate genau die gleiche Einrichtung. Bei allen Apparaten befinden sich die Theilungen auf Lamellen aus Platin oder Silber (letzteres in Messing eingelassen), welche nur an einem Ende befestigt sind und sich somit nach allen Richtungen frei ausdehnen können. Die Maassstäbe sind in $^1/_5$ *mm* getheilt; jedes ganze Millimeter ist beziffert. Zur Ablesung der Unterabtheilungen der Fünftel-Millimeter dient bei allen Apparaten ein feststehendes Mikrometermikroskop, welches derart regulirt ist, dass einem Intervall des Maassstabes zwei Umdrehungen der Schraube am Okular entsprechen, so dass ein Trommeltheil der 100theiligen Trommel immer 1 μ angiebt. Bei den beiden Apparaten mit Kontakteinstellung wird der Kontakt jedesmal mit Hilfe eines Achatstiftes mit sphärisch polirter Endfläche bewirkt.

I. Kontaktmikrometer oder Dickenmesser (Fig. 1).

Der auf die Bodenplatte des Apparates aufgeschraubte Arm A, der auch als Handhabe beim Transport des Apparates benutzt werden kann, dient zunächst als Träger für das in horizontaler Lage angebrachte Ablesemikroskop; ausserdem ist an ihm die Hebe- und Senkvorrichtung des vertikal herabhängenden Maassstabes befestigt.

Die etwa 60 *mm* lange Platinlamelle M, auf welcher sich die Theilung befindet, ist an ihrem oberen Ende rechts und links zwischen zwei Spitzen S aufgehängt. Das untere Ende liegt mit seiner Rückfläche lose an einem vorspringenden Stift an, der verstellbar ist und die Möglichkeit gewährt, die Ebene des Maassstabes genau in die Verschiebungsrichtung zu bringen. Letzteres ist erreicht, wenn sämmtliche Theilstriche bei einer Verschiebung des Maassstabes, durch das Mikroskop gesehen, gleich deutlich erscheinen. Der Apparat ist in dieser Beziehung genau justirt; auch ist darauf Bedacht genommen, dass die Verschiebung stets senkrecht zur Strichrichtung erfolgt. Zu erwähnen ist ferner die in ganze Zentimeter getheilte, am Stativ befestigte Skale, an der die Nullpunktslage des vorbeibewegten Maassstabes mit blossem Auge abgelesen werden kann.

Den Zweck einer exakten und möglichst reibungsfreien Führung erfüllen die beiden Stahlzylinder F_1 und F_2. Dieselben gehen durch zwei dreiseitige Oeffnungen, von denen die eine in Fig. 1 (a. f. S.) sichtbar und die andere durch den Träger des Mikroskopes verdeckt ist. Die beiden Führungszylinder sind durch das

zwischen gelegene und zur Aufnahme des Maassstabes bestimmte Kniestück fest mit einander verbunden. Ihre Axen liegen in einer Geraden und fallen mit der Ebene der Theilung zusammen. Der Zylinder F_2 trägt an seinem unteren Ende den Kontaktstift K.

Der Mechanismus zum Heben und Senken des Maasstabes ist aus der Figur leicht verständlich. Eine am oberen Ende des Führungszylinders F_1 befestigte Schnur läuft zuerst über die Rolle R, geht auf der anderen Seite wieder nach unten und ist mit ihrem Ende an einer Aufwickelvorrichtung, bestehend aus der Scheibe J mit Rinne und den beiden Handgriffen H_1 und H_2, befestigt. Das



Fig. 1.

Dickenmesser nach Abbe.

Gewicht der Führungszylinder mit Maassstab u. s. w. ist bis auf einen kleinen Rest durch das der Schnur angehängte Gegengewicht G balanzirt, so dass, wenn man die Schiene mit einiger Vorsicht herablässt, die Kontaktfläche stets mit einem kleinen, aber in allen Fällen gleichen Drucke auf der Fussplatte, bezw. auf dem zu messenden Objekte aufsitzt.

Als Bodenplatte für die Auflage des Objektes, dessen Dicke bestimmt werden soll, dient eine Glasplatte von 7 *cm* Durchmesser und 1 *cm* Dicke. Dieselbe ist in eine in der Fussplatte des Instrumentes befindliche Vertiefung lose eingepasst,

um grössere seitliche Verschiebungen der Platte zu verhindern; ihre eigentliche Auflage findet sie auf drei kleinen Metallknöpfchen, die in den Boden der zylindrischen Aushöhlung eingeschraubt sind. Die obere Fläche der Glasplatte ist gut plan polirt und muss daher bei dem Gebrauch des Instrumentes mit einiger Sorgsamkeit behandelt werden. Bei der Untersuchung von eben polirten, durchsichtigen Objektplatten hat die Auflage derselben stets so zu erfolgen, dass die Newton'schen Farben auftreten.

Wie aus dem ganzen Arrangement zu ersehen, ist die Handhabung des Instrumentes eine ausserordentlich einfache. Man hat zu jeder Messung im Ganzen nur zwei Mikrometereinstellungen am Mikroskop vorzunehmen; der Hauptsache nach liest man die gesuchte Strecke direkt am Maassstabe ab.

II. Komparator (Fig. 2).

Im Wesentlichen unterscheidet sich dieses Instrument von dem vorigen nur dadurch, dass die Enden der zu messenden Strecke statt durch Berührung mit einem Kontaktstifte optisch durch Anvisiren mit Hilfe eines Mikroskops eingestellt werden.

Auf einem kurzen kräftigen Dreifuss (Fig. 2 a. f. S.) ist eine etwa handbreite und 16 *cm* lange Bodenplatte aufgeschraubt. Auf ihr sind die Träger für die beiden Mikroskope *I* und *II* angebracht, von denen *I* auf den Maassstab *M*, *II* auf das Objekt eingestellt werden. Maassstab und Objekt werden auf dem schwalbenschwanzförmig in die Bodenplatte eingesetzten und in der Richtung von rechts nach links verschiebbaren Schlitten *AA* befestigt.

Grössere Verschiebungen werden aus freier Hand mit Hilfe des rechter Hand befindlichen runden Knopfes bewirkt. Die Feinbewegung des Schlittens geschieht mittels der Schraube S_1, wobei vorher die Klemmschraube anzuziehen ist.

Der Maassstab *M* ist direkt auf dem Schlitten *AA* angebracht. Das Objekt dagegen, z. B. ein mit dem ersteren zu vergleichender zweiter Maassstab, kommt auf einen besonderen zweiten Schlitten *B* zu liegen, der mit dem Hauptschlitten derart verbunden ist, dass er zwar an allen Verschiebungen desselben theilnimmt, aber auch für sich allein mit Hilfe der linker Hand befindlichen Schraube S_2 um kleine Strecken bewegt werden kann.

Um Objekte im durchfallenden Lichte beobachten zu können, ist der Hauptschlitten zur Hälfte, der Objektschlitten nahezu auf seiner ganzen Länge durchbrochen. Die Beleuchtung wird in solchem Falle durch den unterhalb der Bodenplatte angebrachten Spiegel bewirkt.

Ferner ist der Träger des Mikroskops *II*, um die Untersuchung von quadratischen oder kreisförmigen Platten zu ermöglichen, so weit nach aussen geschweift, dass das Fussende von der Mitte des Schlittens mehr als 50 *mm* absteht.

Für manche Zwecke ist es von Nutzen, auf dem Schlitten *B* eine drehbare Scheibe anbringen zu lassen, auf der das Objekt dann zu befestigen ist. Eine solche Vorrichtung ist z. B. erwünscht, wenn es darauf ankommt, die Distanzen von Sternbildern auf Sternphotographien mit Hilfe des Komparators zu bestimmen. In der Mehrzahl der Fälle wird es aber genügen, das Objekt mit etwas Klebwachs zu befestigen, wobei die Justirung desselben durch leichtes Verschieben mit der Hand bewerkstelligt werden kann.

Die Justireinrichtungen des Komparators sind derart, dass der Apparat in kürzester Zeit für die Messung vorgerichtet werden kann. Zuerst muss der Bedingung genügt werden, dass der Fusspunkt des im Okularfeld des Mikroskops *I*

angebrachten Nullstriches die Theilung des Vergleichsmaassstabes in einer senkrecht zur Strichrichtung gezogenen Geraden passirt. Dieser Bedingung kann dadurch leicht entsprochen werden, dass man den Maassstab *M* mit Hilfe der beiden an seinem freien Ende angebrachten Stellschrauben so lange verrückt, bis bei einer Verschiebung des Schlittens auf der ganzen Länge des Maassstabes keine Abweichung mehr zu erkennen ist. Zweitens muss der Doppelfaden des Mikrometers genau parallel zu den Strichen der Theilung gerichtet sein. Hierzu löse man die mit kleinen Schrauben versehenen ringförmigen Halter des Mikroskops ein wenig

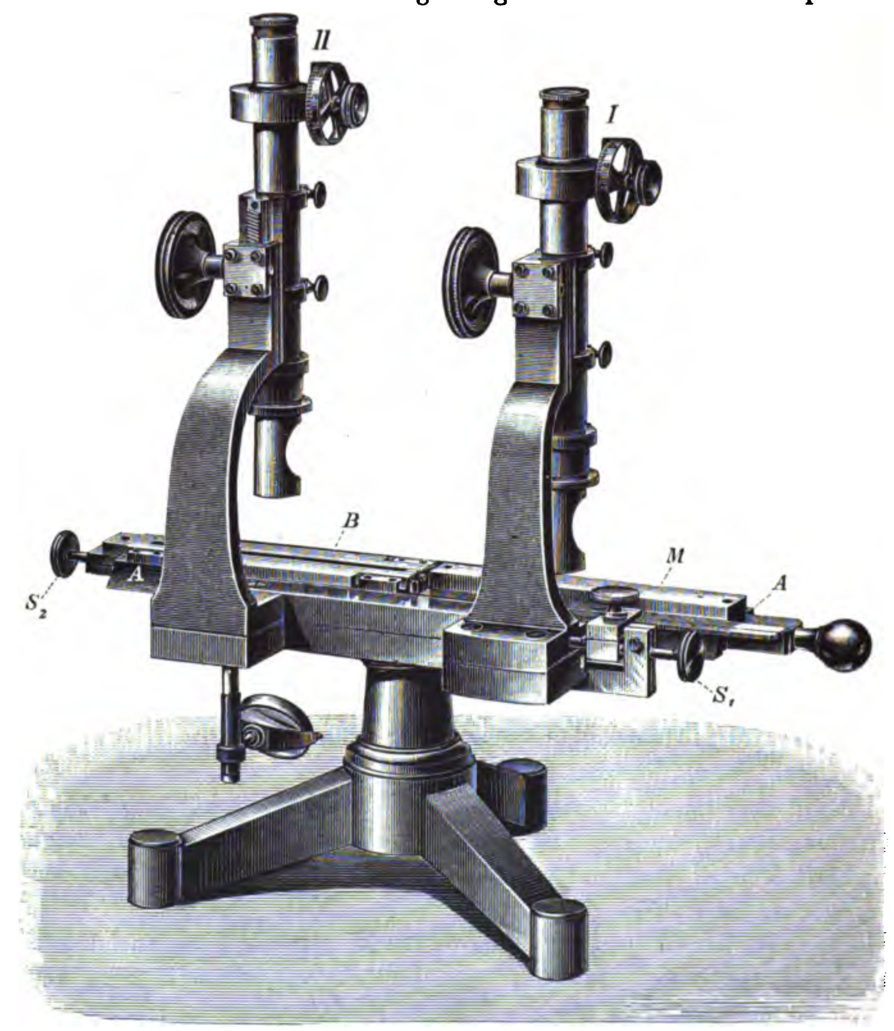


Fig. 2.
Komparator nach Abbe.

und drehe vorsichtig das Rohr, — nicht das Gehäuse des Mikrometers — bis die genaue Parallelstellung erreicht ist. Drittens ist durch Einstellung auf das Verschwinden der Parallaxe das Bild der Theilung genau in die Ebene des Doppelfadens — nicht des Nullstrichs — zu bringen.

Um auch die Justirung des *II.* Mikroskops in einfachster Weise ausführen bezw. prüfen zu können, ist die Einrichtung getroffen, dass man den Schlitten so weit nach links (bis zur Anlage des runden Knopfes an die Fussplatte des Schlittens) vorschieben kann, dass noch die ersten Theilstriche des Maassstabes unter

das Mikroskop *II* zu liegen kommen. In dieser Lage lässt sich der Doppelfaden des *II.* Mikroskops ebenfalls parallel zu den Theilstrichen richten. Alsdann sind die Doppelfäden beider Mikroskope auch unter sich parallel gerichtet. Ist endlich auch das Objekt gut gerichtet, so ist der Komparator zur Messung vorbereitet.

In Folge der Verschiedenheit der Höhe der zu untersuchenden Objekte kann der Anforderung, dass die zu messende Strecke in geradliniger Fortsetzung der Theilung sich befinden soll, nicht immer in gleichem Maasse entsprochen werden. Um wenigstens bei Platten von mittlerer Stärke der erwähnten Bedingung möglichst nahe zu kommen, ist die obere Fläche des Schlittens *B* einige Millimeter tiefer gelegen als die Ebene, in welcher sich die Theilung des Vergleichsmaassstabes *M* befindet.

Die Ausführung der Messung erfolgt nach bekannten und auch bei Komparatoren anderer Konstruktion angewandten Grundsätzen.

III. Sphärometer (Fig. 3).

Das Prinzip, welches dem Verfahren, den Krümmungsradius R einer Kugelfläche zu bestimmen, zu Grunde liegt, ist bei allen Sphärometern dasselbe: Man misst die sogenannte Pfeilhöhe, d. i. die Höhe h einer Kugelhaube von bekannter Grundfläche (Kreis mit gegebenem Radius r) und berechnet R nach der Formel $R = r^2/2\,h + h/2$.

Bei den in den Lehrbüchern der Physik gewöhnlich angeführten und in Laboratorien vielfach in Gebrauch befindlichen Sphärometern älterer Konstruktion wird die Grundfläche durch die drei Spitzen eines Dreifusses gebildet, der auf die zu untersuchende Fläche aufgesetzt wird und in dessen Mitte ein in der Höhe verstellbarer Stift, meist eine Mikrometerschraube, zur Messung der Höhe h angebracht ist.

Bei den neueren Sphärometern (vergl. darüber das Referat von Czapski in *dieser Zeitschrift 1887. S. 297*) sind die drei Spitzen allgemein in Fortfall gekommen und durch kreisförmige Schneiden oder Theile einer solchen ersetzt worden. Diese Abänderung der Konstruktion ist aus der Erwägung hervorgegangen, dass erstens die Gefahr einer Veränderung des Radius r der Grundfläche bei Anwendung eines Vollkreises wesentlich vermindert ist, und dass zweitens der Durchmesser eines solchen Kreises mit viel grösserer Genauigkeit gemessen werden kann als der Durchmesser des durch die drei Spitzen gelegten Kreises, selbst wenn die letzteren, was meist nicht der Fall ist, genau in den Ecken eines gleichschenkeligen Dreiecks sich befinden sollten. Dazu kommt noch drittens, dass eine kreisförmige Schneide mit sehr grosser Annäherung an die Vollkommenheit ohne grosse Schwierigkeit auf der Drehbank hergestellt werden kann.

Die bisher ausgeführten Konstruktionen dieser Art besitzen aber noch andere Nachtheile, die hauptsächlich darin begründet sind, dass bei ihnen die oben genannten Anforderungen 1 und 2 nicht oder nur zum Theil erfüllt sind. Bei dem vorliegenden Ringsphärometer ist nicht allein diesen Bedingungen Rechnung getragen, sondern es ist auch darauf Bedacht genommen, die Handhabung des Apparates noch weiter zu vereinfachen.

Der Apparat, dessen Einrichtung die Fig. 3 a. f. S. zu erkennen giebt, wird nicht, wie sonst üblich, auf die zu untersuchende Kugelfläche aufgesetzt, sondern es kommt umgekehrt die letztere auf den oberen Rand des Stahlringes R zu liegen, der auf einer von zwei kräftigen Säulen getragenen und mit dem Fuss des Apparates und dem Träger des Mikroskops fest verbundenen Platte P aufruht. Der Ring R

ist abnehmbar und kann durch solche von grösserem oder kleinerem Durchmesser ersetzt werden. Die Bodenplatte jedes einzelnen Ringes ist mit einer zylindrischen Durchbohrung versehen, die sämmtlich einem auf die Patte *P* aufgeschraubten in der Figur nicht sichtbaren Zylinder angepasst sind. Auf diese Weise kommt der Kontaktstift *K* jedesmal in die Mitte des aufgelegten Ringes zu liegen. In Folge der freien Auflage ist der Ring keinerlei Verspannungen und Verbiegungen ausgesetzt, welche bei Anschrauben desselben schwer zu vermeiden sind.

Einer schnellen Abnutzung der Schneiden ist auf folgende Weise vorgebeugt. Jeder einzelne der aus gut gehärtetem Stahl hergestellten Ringe besitzt statt einer einzigen kreisförmigen Schneide deren zwei, konzentrisch gelegen und etwa $1/2$ *mm* von einander abstehend. Die beiden Kreislinien, von denen die innere für kon-

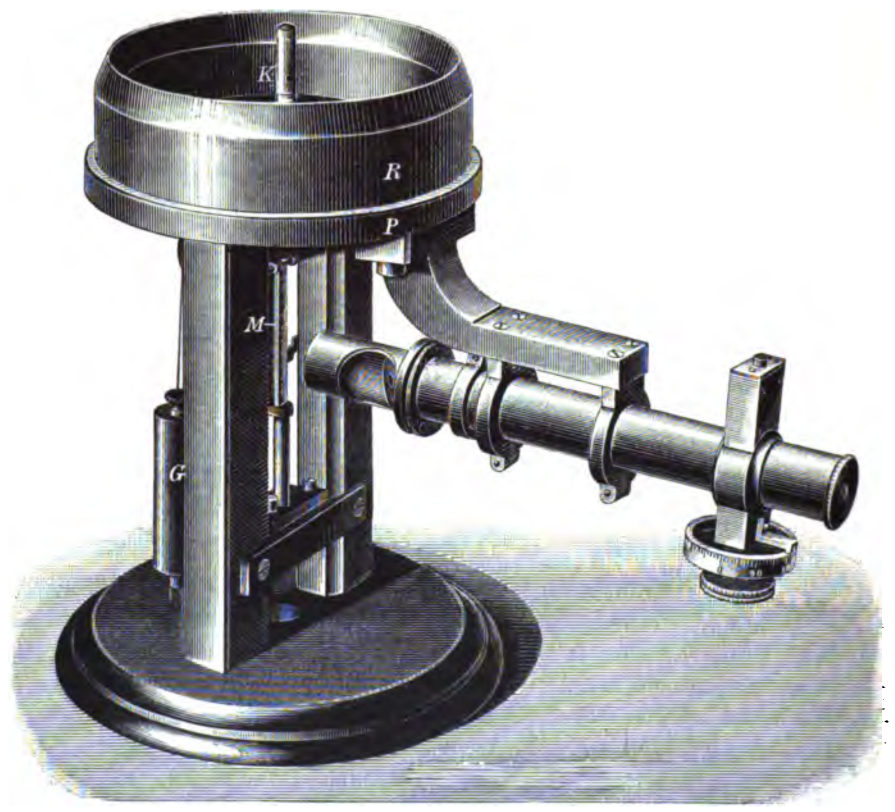


Fig. 3.
Sphärometer nach Abbe.

vexe, die äussere für konkave Flächen bestimmt ist, sind in der Weise erzeugt, dass zunächst die beiden seitlichen Abschrägungen des Ringes auf das sorgsamste mittels sphärischer Schleifschalen bearbeitet und dann der scharfe Rand auf einer ebenen Glasplatte vorsichtig abgeschliffen wurden. Die so erhaltenen Schneiden ermöglichen eine ebenso sichere und genau definirte Auflage von sphärischen Flächen wie eine einzige Schneide, sind aber der Gefahr einer Beschädigung in erheblich geringerem Maasse ausgesetzt wie jene.

Die übrigen Theile des Apparates sind dem Dickenmesser nachgebildet. Der Maassstab ist frei zwischen zwei Spitzen innerhalb einer Schiene mit Führungszylindern aufgehängt wie früher. Auch der Bewegungsmechanismus zum Heben und Senken von Maassstab und Kontaktstift ist im Wesentlichen derselbe.

Nur ist das Gegengewicht G, welches zugleich als Handhabe dient, hier etwas schwerer gemacht als die Führungsschiene, in Folge dessen letztere, wenn man das Gegengewicht los lässt, nach oben sich bewegt und den am oberen Ende angebrachten Kontaktstift K an die aufgelegte Fläche andrückt.

Die Messung erfolgt in der Weise, dass man auf den Ring zuerst eine Glasplatte mit gut planpolirter Fläche und dann die zu untersuchende Kugelfläche auflegt. Die Differenz der Ablesungen ergiebt die gesuchte Pfeilhöhe h; der Ringdurchmesser wird mit Hilfe des Komparators gefunden.

Der so ermittelte Krümmungsradius R ist indess mit einem Fehler behaftet, der von einer bei allen Sphärometern vorhandenen, weil selbst bei der sorgsamsten Ausführung der Schneiden, Spitzen u. s. w. unvermeidlichen Fehlerquelle herrührt, die darin besteht, dass der Berührungskreis von Stahlring und Kugelfläche streng genommen nicht mit der Schneide zusammenfällt. In Wirklichkeit liegt nämlich eine konkave Fläche stets mit einem etwas zu grossen, eine konvexe Fläche stets mit einem etwas zu kleinen Berührungskreise auf, als die Messung mit dem Komparator angiebt. Ferner entsprechen auch die gemessenen Pfeilhöhen nicht ganz den thatsächlichen Verhältnissen, indem sowohl für konkav gekrümmte wie auch für konvexe Flächen die durch den Berührungskreis gelegte Ebene etwas niedriger zu liegen kommt als die Planfläche. In dem einen Falle ergiebt die Messung für h einen etwas zu kleinen, in dem anderen einen etwas zu grossen Werth.

Die für r und h beobachteten Werthe sind also gleichzeitig entweder zu klein (für konkave Flächen) oder zu gross (für konvexe Flächen). Die Fehler wirken daher auf das Resultat der Formel $R = r^2/2h + h/2$ in entgegengesetztem Sinne, doch nicht so, dass sie sich gegenseitig in ihrer Wirkung aufheben. Es scheint vielmehr die zuletzt genannte Fehlerquelle das Resultat in höherem Maasse zu beeinflussen als der bei der Bestimmung von r begangene Fehler.

Ich habe nämlich durch Untersuchung einer konvexen Kugelfläche und dem dazu vorhandenen konkaven Probeglase (beide also von genau gleicher Krümmung) den Krümmungsradius R für die konkave Fläche stets etwas zu gross, für die konvexe Fläche stets etwas zu klein gefunden.

Unter Verwendung von Ringen mit verschiedenen Durchmessern ergab sich das Resultat, dass die für die beiden Gläser gefundenen Werthe sich in dem angegebenen Sinne um so weiter von einander entfernten, je kleiner der Ringdurchmesser ist. Es empfiehlt sich daher in allen Fällen, stets den grösstmöglichen Ring zu verwenden, weil hier der Fehlereinfluss zwar nicht ganz beseitigt, aber doch am kleinsten ist. Die Mittel der für jeden einzelnen Ring erhaltenen Werthe stimmten unter einander vollkommen überein.

In dem von mir untersuchten Falle kommt man ebenfalls zu einem von der besprochenen Fehlerquelle völlig befreiten Resultat, wenn man die Planplatte gar nicht zur Messung benutzt, sondern als Pfeilhöhe die halbe Differenz der mit der Kugelfläche und dem zugehörigen Probeglase erhaltenen Ablesungen und als Radius r das arithmetische Mittel der Radien des inneren und des äusseren Kreises betrachtet. Die Fehler heben sich hier gegenseitig auf. Es ist also in allen Fällen, wo es angeht, insbesondere bei der Herstellung von Kugelflächen in der praktischen Optik, wo die Fläche von gleicher, aber entgegengesetzter Krümmung in Gestalt der Schleifschale oder des Probeglases immer zur Verfügung steht, diesem Verfahren der Vorzug zu geben.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Vierter Deutscher Mechanikertag in München.

Der Ortsausschuss für den diesjährigen Mechanikertag hat sich unter freundlicher Mitwirkung des Polytechnischen Vereins in München gebildet und besteht aus den Herren Dr. R. Steinheil (i. F. C. A. Steinheil Söhne, Opt.-Astr. Institut), Alois Stollnreuter (i. F. Stollnreuter & Sohn, Fabrik wissenschaftlicher Instrumente) und H. Steinach, Ingenieur, Generalsekretär des Polytechnischen Vereins in München. Das von dem Ausschusse vorläufig aufgestellte Programm lautet:

8. September, Abends 9 Uhr Begrüssung im Arzbergerkeller, Nymphenburgerstrasse.

9. September, Morgens $8^1/_2$ Uhr. Vorstandssitzung im Lokale des Polytechnischen Vereins. — $10^1/_2$ Uhr. Kommissionssitzungen ebendaselbst. — 12 Uhr. Erste Hauptversammlung im Saale des Kunstgewerbevereins, Pfandhausstrasse 7^{I}. — Abends 7 Uhr. Gemüthliches Zusammensein in der Isarlust.

10. September, Morgens 9 Uhr. Zweite Hauptversammlung im Saale des Kunstgewerbevereins. — Nachmittags 6 Uhr. Festessen ebendaselbst.

11. September. Gemeinsamer Ausflug nach dem Starnberger See.

Als Tagesordnung der beiden Hauptsitzungen ist vorläufig folgende gewählt worden:

Erste Hauptsitzung: 1. Bericht des Vorsitzenden. — 2. Betheiligung der Deutschen Gesellschaft an der Berliner Weltausstellung. — 3. Die Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feintechnik. — 4. Die Einführung einheitlicher Dimensionen für Präzisionsrohre.

Zweite Hauptsitzung: 5. Aufstellung eines Musters für Werkstattsordnungen. — 6. Ausarbeitung eines Mechaniker-Adressbuches. — 7. Beschlussfassung über den Verlag des Vereinsblattes. — 8. Aenderungen der Satzungen betreffs der juristischen Vertretung der Gesellschaft. — 9. Wahlen.

Referate.

Ein Heberbarometer, welches für mittleren Luftdruck dem Einflusse der Temperatur nicht unterworfen ist.

Von M. H. Sentis. *Journal de Phys. III. 1. S. 77.*

Was mit einem Heberbarometer geschieht, wenn bei unverändertem Luftdruck die Temperatur sich erhöht, kann man qualitativ leicht angeben, wenn dasselbe die einfachste Form hat, d. h. überall gleich weit ist. Die Ausdehnung a muss unbedingt der Länge der ganzen Quecksilbersäule proportional sein; da letztere länger ist als der Barometerstand B, so wird die Ausdehnung a nicht allein am langen Schenkel zu Tage treten können, da alsdann die Niveaudifferenz grösser würde als der verkleinerten Dichtigkeit des Quecksilbers entspricht, welche nur eine Ausdehnung proportional mit B verlangt. Es wird deshalb auch im kleinen Schenkel ein Steigen des Quecksilbers erfolgen, welches aber wesentlich kleiner sein wird als im langen Schenkel. Es erhebt sich nun die Frage, ob man das Steigen im kurzen Schenkel nicht vielleicht ganz vermeiden könne?

Diese Frage ist nicht ohne Wichtigkeit, weil schon häufig die Bewegung des Quecksilbers im kurzen Schenkel des Heberbarometers zur Registrirung des Luftdrucks verwendet worden ist.

Die Beantwortung ergiebt sich nach dem Obigen ziemlich leicht; man muss die Säule derartig zu verkürzen suchen, dass sie dem Barometerstande B gleich wird, — was einfach durch Verengerung eines Theiles der Säule geschehen kann.

Ganz in diesem Sinne hat der Verfasser des oben angegebenen Artikels die Aufgabe gelöst, und seine Formel giebt an, in welcher Weise der Grad der Verengerung von den Dimensionen des Heberbarometers abhängt.

Diese Lösung des vorliegenden Problems ist indessen keineswegs die erste; dasselbe ist z. B. schon von Radau im Jahre 1867 in viel allgemeinerer Weise behandelt worden,

nämlich ohne Rücksicht auf eine besondere Form des Heberbarometers. In der *Oesterreichischen Zeitschrift für Meteorologie Bd. X (1875)* reproduzirt Rysselberghe die Radau'sche Formel und erwähnt, dass er dieselbe durch viele Versuche bestätigt habe. Weil aber Radau keine Ableitung giebt, so behandelt Rysselberghe das Problem noch etwas allgemeiner, indem er die Korrektion C berechnet, welche man bei einem in der soeben gedachten Weise benutzten Heberbarometer für eine beobachtete Temperatur τ anzubringen hat. Die betreffende Formel lautet:

$$C = \pm\left(\frac{QB\alpha - V(\alpha - 3g)}{Q + q}\right)\tau,$$

worin noch folgende Zeichen zu erklären sind:

Q der Querschnitt der Säule im oberen Niveau
q „ „ „ „ „ unteren „
α der Ausdehnungskoeffizient des Quecksilbers
g der (lineare) Ausdehnungkoeffizient des Glases
V das Gesammtvolumen des Quecksilbers.

Es wird $C = o$ durch Nullsetzung des Zählers, was zu der Radau'schen Formel führt:

$$V(\alpha - 3g) = QB\alpha.$$

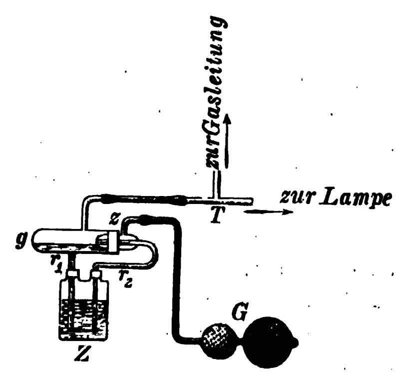
$(\alpha - 3g)$ stellt den relativen Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers im Glase dar, welcher nicht allzuviel kleiner ist als α selbst [$\alpha = 0{,}000182$; $\alpha - 3g = 0{,}000156$]. Vernachlässigt man in erster Annäherung diese Differenz, so reduzirt sich die Formel auf $V = QB$, d. h. das Gesammtvolumen des Quecksilbers im Heberbarometer darf nicht grösser sein als dasjenige einer zylindrischen Säule vom Querschnitte des oberen Niveaus und von der Länge des Barometerstandes, wenn die Temperatur den Stand des Quecksilbers im kurzen Schenkel nicht beeinflussen soll, — ganz wie es oben durch unmittelbare Ueberlegung erkannt wurde. *Sp.*

Argandlampe für Spektralbeobachtungen.

Von E. Pringsheim. *Wied. Ann.* **45.** *S. 426. (1892.)*

Um bei dem Gebrauche von Spektralapparaten, Photometern u. s. w. abwechselnd weisses und monochromatisches Licht bequem verwenden zu können, bedient sich Verf. der folgenden Einrichtung, einer Modifikation der von Gouy (*Ann. d. Chim. et Phys. V.* **18.** *S. 28. 1879.* Vgl. auch du Bois, *diese Zeitschr. 1892. S. 165.*) angegebenen Methode zur Erzeugung farbiger Flammen.

„In den Schlauch, welcher die Lampe mit der Gasleitung verbindet, wird ein T-förmiges Glasrohr T (s. Figur) eingesetzt, dessen einer Ansatz durch einen Schlauch von beliebiger Länge mit einem Zerstäuber z verbunden ist. Dieser zerstäubt mit Hilfe eines gewöhnlichen Gummigebläses G (oder auch Wasserstrahlgebläse oder dergl.) eine Flüssigkeit, etwa Kochsalzlösung, und mischt die aus dem Gebläse kommende Luft nebst den in ihr suspendirten Flüssigkeitsstäubchen dem Leuchtgase bei. Auf diese Weise wird der Lampe gleichzeitig mit der nöthigen Luft auch die Salzlösung zugeführt, welche das monochromatische Licht erzeugt. Durch Regulirung des an der Gasleitung befindlichen Hahnes und durch passende Wahl des Druckes im Gebläse hat man es in der Hand, dasjenige Verhältniss von Luft und Gas herzustellen, welches zum vollständigen Entleuchten nöthig ist. Der Hahn von



der Lampe muss dabei stets ganz geöffnet sein. Den Zerstäuber selbst hat Verf. nach der von Ebert (*Wied. Ann.* **32.** *S. 347. 1887.*) gegebenen Anweisung aus Glas hergestellt, jedoch ein für alle Mal fest zusammengekittet; er ist, wie aus der Figur

ersichtlich, bequem auf einer Woulff'schen Flasche anzubringen. Der Glaszylinder g dient zur Ablagerung der groben Flüssigkeitstheilchen. Um die Saughöhe nicht zu gross werden zu lassen, bringt man durch Neigen der Flasche anfangs etwas Flüssigkeit nach g hinein und kann damit Monate lang arbeiten, da der Verbrauch sehr gering ist. Der eigentliche Zerstäuber z ist in g, ebenso wie die Glasröhren r_1 und r_2 in der Woulff'schen Flasche, durch Kautschukstopfen befestigt. Wählt man zur Füllung der Flasche ein Gemisch verschiedener Salzlösungen, so hat man eine Lichtquelle, die man ohne Aenderung ihrer Aufstellung abwechselnd zur Untersuchung von Absorptionsspektren und zur Aichung der Skale benutzen kann".

Ein neues Kondensationshygrometer.

Von H. Gilbault. *Compt. Rend.* ***114.*** *S. 67. (1892.)*

Die bisherigen Verbesserungen des Regnault'schen Kondensationshygrometers, wie z. B. diejenigen von Alluard und Crova (*diese Zeitschr. 1883. S. 111*), bezogen sich auf die Verfeinerung der Beobachtung des ersten zarten Thauniederschlags auf der glänzenden Metalloberfläche. Es bedarf jedoch auch die Bestimmung der Temperatur einer Verbesserung, denn man ist nicht ohne Weiteres zu der Annahme berechtigt, dass die Temperatur der Metalloberfläche mit derjenigen der verdampfenden Flüssigkeit identisch sei. Letzteres muss bei der geringen Wärmeleitungsfähigkeit der Flüssigkeit in der That als fraglich bezeichnet werden, und deshalb brachte Dufour das Thermometer nicht in die Flüssigkeit, sondern in eine genügend dick gewählte Metallwand (am besten von Kupfer), deren eine Fläche von der Flüssigkeit abgekühlt wird, während man auf der anderen den Thau beobachtet.

Verf. scheint diesen Dufour'schen Versuch (*diese Zeitschr. 1889. S. 375*) nicht zu kennen, weil er meint, dass sich noch Niemand mit der Verbesserung der Temperaturbestimmung beschäftigt habe. Das von ihm angewandte Verfahren muss allerdings wohl als gründlicher bezeichnet werden; er benutzt nämlich die Abhängigkeit der elektrischen Leitungsfähigkeit von der Temperatur, so dass die Bestimmung der letzteren auf eine Widerstandsmessung hinausläuft. Zu dem Ende wurde die Metallwand des Alluard-schen Kondensationshygrometers durch eine platinirte Glasplatte ersetzt, und durch direkte Versuche zuvor das Gesetz festgestellt, nach welchem der elektrische Widerstand der dünnen Platinschicht mit der Temperatur sich ändert. Nachher konnte auf diese Weise die Temperatur bis auf $^1/_{30}{}^\circ$ bestimmt werden. *Sp.*

Ein elektrischer Wellenmesser.

Von C. Grawinkel *und* K. Strecker. *Elektrotechn. Zeitschr.* ***12.*** *S. 6. (1891.)*

(Mittheilung aus dem Telegrapheningenieurbureau des Reichspostamts.)

Zur Messung der jeweiligen Stärke eines variablen elektrischen Stromes in Stromkreisen, die Induktion oder Kapazität besitzen, existiren bereits Methoden, z. B. die Verwendung des Russschreibers von Siemens & Halske oder die Frölich'sche Anordnung. Bei beiden Methoden kommt indessen die Trägheit der Massen und die des Magnetismus in Betracht (vgl. das Referat über *„Die Nachinduktion in Eisen"*, *d. Zeitschr. 1891. S. 412*).

Eine andere, schon mehrfach angewandte Versuchsanordnung besteht darin, den zu messenden Strom durch einen möglichst induktionsfreien Widerstand von verschwindend kleiner Kapazität fliessen zu lassen. An den Enden dieses Widerstandes liegt ein Elektrometer oder ein Kondensator an, welcher die in einem bestimmten Zeitmoment dort vorhandene Spannungsdifferenz, also auch die Stromstärke, zu ermitteln gestatten.

Die obige Mittheilung enthält die Beschreibung des zu dem angegebenen Zwecke im Telegrapheningenieurbureau konstruirten und von Herrn H. Heele in Berlin ausgeführten Apparats.

Denken wir uns die Aenderungen der Stromstärke in irgend einem Stromkreis in ein Koordinatensystem eingetragen, dessen Abszissen der seit dem Stromschluss verflossenen

Zeit und dessen Ordinaten der jeweiligen Stromstärke proportional sind, so erlaubt der Apparat zu jeder Abszisse die Ordinate zu messen. Ferner kann der zu untersuchende Stromkreis in beliebigen, messbaren Zeitintervallen geschlossen oder geöffnet werden; damit ist die Möglichkeit gegeben, einen bestimmten Theil der Stromwelle in regelmässiger Folge beliebig oft zu erzeugen.

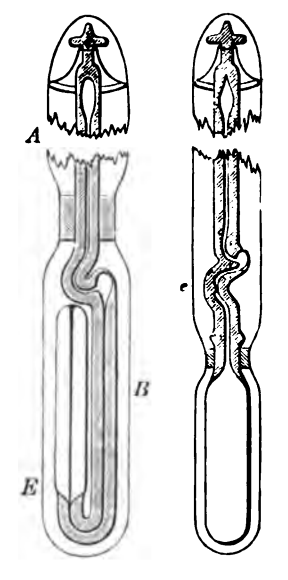
Die Herstellung und Unterbrechung des Stromes erfolgt durch Bürsten, die auf einer theils aus Hartgummi, theils aus Metall bestehenden Trommel schleifen. Ein mit der Welle des Apparates direkt gekuppelter Elektromotor versetzt die Trommel in Rotation. Die eine Bürste kann um genau messbare Beträge auf dem Trommelumfang gegen die andere verschoben werden. Die Verbindung des Widerstandes mit dem Elektrometer geschieht durch zwei Schneiden, die an einer anderen, ebenfalls rotirenden Trommel befestigt sind, und deren Anschlag gegen ein Paar feststehender, verstellbarer Schneiden genau regulirbar ist. Wegen der Einzelheiten des interessanten Apparates muss auf das Original verwiesen werden. *Lck.*

Ueber eine neue Form des Umkehrthermometers für Meerestemperaturen.

Von V. Chabaud. *Compt. Rend.* ***114.*** *S. 65. (1892.)*

(Theilweise Uebersetzung des Originals.)

„Die Umkehrthermometer, welche man zur Messung der Tiefseetemperaturen verwendet, leiden an zwei Uebelständen, von denen der eine aus dem anderen entspringt; das gilt sogar, wenn sie tadellos hergestellt sind. Wenn man das Thermometer umkehrt und emporzieht, so bildet sich beim Passiren kälterer Schichten in dem Reservoir eine durch die Zusammenziehung des Quecksilbers veranlasste Leere. Dieses Metall lastet mit seinem ganzen (?) Gewichte auf der Verengerung, wo es keilförmig ausläuft; das Glas giebt nach und bekommt Risse. Fast alle Thermometer, welche einige Zeit in Gebrauch gewesen sind, befinden sich in diesem Zustande, wie man mit Hilfe einer Lupe erkennen kann. Bald ist die Verengerung nicht mehr im Stande, das Gewicht des Quecksilbers vollkommen zurückzuhalten, und unter der Wirkung der Stösse, welchen das Thermometer beim Hinaufziehen ausgesetzt ist[1]), werden einige Tropfen zur abgetrennten Säule übertreten und deren Angabe fälschen."



„Die folgende Anordnung ist geeignet, dieses Reissen der Innenwand des Glases und seine Folgen zu vermeiden."

„Anstatt das Thermometergefäss die Verlängerung des „Stabes" bilden zu lassen, biegt man es derartig um, dass es sich ganz an den Stab anlegt. Der letztere besteht aus zwei zusammengeschmolzenen Theilen; der obere, *A*, trägt die Gradtheilung; der untere, *B*, welcher viel enger ist, läuft aus in das Gefäss. Zwischen beiden Theilen befindet sich eine kleine Kammer von besonderer Form, deren Aufgabe es ist, Quecksilber aufzunehmen, welches beim Passiren wärmerer Schichten aus dem Reservoir heraustritt" (wie bei der alten Form des Thermometers).

„Die Verengerung *e* der alten Umkehrthermometer ist bei dem neuen Modell dadurch ersetzt, dass ein feines Glasstäbchen bei *E* in das Kapillarrohr hineinragt und dasselbe theilweise verschliesst."

„Vier Instrumente dieser Art sind auf der „Princess Alice", der Yacht des

[1]) Diese Stösse dürften denn auch wohl bei der Entstehung der Risse, wenn letztere richtig beobachtet sind, die Hauptrolle spielen, und nicht der hydrodynamische Druck des Quecksilbers im Gefässe, welcher bekanntlich von der Weite und Form der Säule unabhängig und deshalb in diesem Falle nur klein ist. *Ref.*

Fürsten von Monaco, zur Anwendung gekommen und haben daselbst in den Händen des Professor Thoulet gut funktionirt, ohne dass sie bis jetzt einer Probe im tiefen Wasser unterworfen werden konnten."

Der letztere Umstand würde uns abgehalten haben, eine Mittheilung über das neue Instrument zu bringen, wenn es nicht Grundsatz der Zeitschrift wäre, ihre Leser über neue Erscheinungen auf dem Gebiete der Instrumentenkunde möglichst auf dem Laufenden zu erhalten. *Sp.*

Neue Apparate der Firma Hartmann & Braun zur Messung sehr grosser und sehr kleiner Widerstände.

Von Dr. Th. Bruger. *Elektrotechn. Zeitschr. 12. S. 191. (1891.)*

Die Mittheilung enthält die Beschreibung eines Isolationsprüfers und einer Anordnung zur Messung kleiner Widerstände. Die beiden Apparate sind für die Technik bestimmt.

1. Der erstere soll zu Isolationsprüfungen, z. B. bei der Verlegung der Kabel eines Elektrizitätswerkes dienen. Die in einem geaichten Galvanometer durch eine bestimmte elektromotorische Kraft erzeugten Stromstärken sind den Widerständen des Stromkreises umgekehrt proportional.

Der Apparat besteht aus einem gut gedämpften, empfindlichen Nadelgalvanometer, einem bekannten, hohen Widerstand (100 000 *Ohm*), einer Batterie mit Umschalter und Stromschlüssel. Alle einzelnen Theile sind in einem Kasten aus Eichenholz auf einem engen Raum angeordnet, so dass sich der Apparat leicht transportiren lässt. Um zu vermeiden, dass bei groben Isolationsfehlern durch das Galvanometer zu viel Strom fliesst, ist ein Nebenschluss zu letzterem vorgesehen, den man erst dann ausschaltet, wenn man sich überzeugt hat, dass der bei Verwendung des Nebenschlusses entstehende Ausschlag gering ist. Sodann schaltet man die Batterie auf den bekannten Widerstand und kann demnach mit Hilfe der jedem Galvanometer beigegebenen Aichungskurve, unabhängig von etwaigen Veränderungen der elektromotorischen Kraft der Batterie und der Stärke des erdmagnetischen Feldes, den zu messenden Isolationswiderstand in einfacher Weise ermitteln.

2. In der Installationstechnik handelt es sich häufig um die Messung kleiner Widerstände, bei der Prüfung von Leitungsmaterial, von Lichtkohlen für Bogenlampen u. s. w. Der beschriebene Apparat beruht auf der Wheatstone'schen Brückenschaltung.

Zwei Universalklemmen, deren eine verschiebbar ist, gestatten die zu untersuchenden Stücke auf eine messbare Länge von etwa 50 *cm* abwärts einzuschalten. Das Untersuchungsobjekt kann bei der praktischen Konstruktion der Klemmen bis zu 2,5 *cm* dick sein. Die Uebergangswiderstände werden durch Differenzbeobachtungen und ferner dadurch verringert, dass verhältnissmässig grosse Verzweigungswiderstände zur Verwendung kommen. Als Galvanometer, die in Verbindung mit diesem Apparat gebraucht werden, empfehlen sich ein Fernrohrgalvanometer und ein Nadelgalvanometer der Firma, die im *Zentralblatt für Elektrotechnik. 12. S. 181. (1889)* beschrieben sind. Das Messgebiet des Apparates liegt zwischen 0,00001 und 5 *Ohm.* *Lck.*

Ein einfacher Heber zum Angiessen.

Von P. Stegelitz. *Chemiker-Zeitung. 16. S. 504.*

Der gläserne Heber ist etwas unterhalb seines höchsten Punktes an seinem langen Schenkel in eine Kugel ausgeblasen, welche ausserdem einen weiten Hals besitzt. Schliesst man zunächst durch einen Glas- oder Quetschhahn den längeren Schenkel, füllt denselben sowie einen Theil der Kugel mit der abzuhebenden Flüssigkeit und verschliesst den Hals der Kugel, so tritt der Heber nach Oeffnen des Hahnes alsbald in Thätigkeit. Die Luft aus dem kürzeren Schenkel tritt in die Kugel und sammelt sich darin über der Flüssigkeit an; die Grösse der Kugel muss natürlich dementsprechend sein. *F.*

Bestimmung der Aberrationskonstanten mit einem sechszölligen Clark'schen Aequatoreal neuer Konstruktion.

Von G. C. Comstock. *Astron. Journ. 1892. No. 261. März-Heft.*

Die Pariser Sternwarte besitzt seit etwa acht Jahren ein nach den Angaben Loewy's gebautes Aequatoreal, das durch sein gebrochenes Rohr und die vor seinem Objektiv angebrachten Spiegel sich wesentlich von anderen unterscheidet (vergl. über dasselbe *diese Zeitschr. 1884. S. 132 und 1891. S. 17*). Gemeinschaftlich mit Puiseux hat Loewy in den *Comptes Rendus* der Pariser Akademie Beschreibung und Zweck der abweichenden Konstruktion, sowie Mittel zur Bestimmung der Instrumentalfehler und Formeln zur Berechnung der Beobachtungen mitgetheilt; es sind indessen noch keine Beobachtungsresultate bekannt geworden. — In der vorliegenden Arbeit theilt Herr Comstock vorläufige Ergebnisse einer etwa anderthalbjährigen Beobachtungsreihe mit, die an dem mit Objektivspiegeln versehenen *six-inch Clark equatorial telescope* des *Washburn Observatory* im Laufe der Jahre 1890 und 1891 angestellt worden sind. Anstatt der zwei Loewy'schen Objektivspiegel sind an diesem Instrumente deren drei angebracht, die fast gleiche Winkel gegeneinander bilden und der Reihe nach paarweise zur Bestimmung der Distanzen ausgewählter Sternpaare benutzt werden. Das Mittel der drei so erhaltenen Werthe ist nahezu unabhängig von den Winkeln der Spiegel gegeneinander, während bei der Loewy'schen Methode die Bestimmung oder Elimination der Winkel besondere Beobachtungen erfordert; sind die drei Spiegel bis auf 1' berichtigt, so beträgt nach Comstock die Korrektion des Mittels der drei Distanzen nur 0",01 bis 0",02.

Man ist bei Anwendung eines derartigen Objektivs an Sternpaare gebunden, deren Distanz, im Bogen grössten Kreises auf der Kugel gemessen, so nahe 120° beträgt, dass die Abweichung von diesem Betrage noch mikrometrisch gemessen werden kann. Die Anwendbarkeit der Methode richtet sich dabei nach der Anzahl brauchbarer Sternpaare. Herr Comstock hat für die Bestimmung der Aberrationskonstante allein deren 39 beobachtet, so dass in dieser Hinsicht die Methode keine Beschränkung erleidet.

Von dem Hauptergebnisse der vorliegenden, vorläufigen Erörterung dürfte hier nur interessiren, dass dasselbe bis auf wenige Hundertel der Bogensekunde den aus neueren bedeutenden Beobachtungsreihen folgenden Werthen nahe kommt und mit einer recht geringen Unsicherheit behaftet ist, woraus die Brauchbarkeit des Instrumentes und der Methode zur Genüge erhellt. *Sn.*

Das freischwingende Pendel als Normalmaass der Zeit.

Von T. C. Mendenhall. *Americ. Journ. of Sciences. III.* **43.** *S. 85. (1892.)*

Gestützt auf die guten Erfolge, welche bei den Bestimmungen der Beschleunigung der Schwere von Seiten des *U. S. Coast and Geodetic Survey* mit freischwingenden Halbsekundenpendeln erzielt wurden, schlägt Verfasser vor, solche Pendel als Normalinstrumente für die Bestimmung von Zeitintervallen zu benutzen. Denn die Uhren, welche sonst zu diesem Zweck gebraucht werden, müssen, wenn es sich um genaue Zeitmessung handelt, alle paar Tage durch astronomische Beobachtungen bezüglich ihres Ganges kontrolirt werden; aber auch hierdurch ist es nur möglich, den durchschnittlichen Gang der Uhr während jener paar Tage zu finden, welcher vielleicht von dem Gang während der Stunden ihrer Benutzung stark abweicht. Häufig ist ausserdem die Zeitübertragung von der Sternwarte nach der Station, wo die Untersuchungen stattfinden, mit Schwierigkeiten verknüpft u. s. w. Allerdings wird man gut thun, sich nicht auf die Unveränderlichkeit eines einzigen Pendels zu verlassen, sondern etwa drei sich gegenseitig kontrolirende Pendel anzuwenden. Diese müssen vor der Benutzung auf einer Sternwarte einige Zeit genau auf ihren Gang untersucht und auch alle paar Jahre einmal nachgeprüft werden. Sehr vortheilhaft bedient man sich dabei der von Herrn von Sterneck verbesserten Koinzidenzmethode, welche in Folgendem mit einigen Worten beschrieben werden möge.

Am Pendel ist ein kleiner mit ihm schwingender Spiegel und nahe hinter diesem

in fast gleicher Höhe ein ebensolcher Spiegel am Pendelträger befestigt. Etwa zwei Meter davor wird jede Sekunde auf einen Moment ein Spalt erleuchtet, dessen Bild durch ein unmittelbar darüber befindliches Fernrohr in den beiden Spiegeln gesehen wird. Zur Beleuchtung des Spaltes kann der elektrische Funke eines Induktionsstromes dienen, welcher dadurch erzeugt wird, dass eine in den primären Stromkreis eingeschaltete Uhr diesen in jeder Sekunde auf einen Moment unterbricht. Statt des elektrischen Funkens kann man auch eine Lampe benutzen, vor welcher ein Spalt jede Sekunde auf einen Augenblick geöffnet wird. Geht das Pendel in dem Moment, wo der Spalt erhellt ist, durch seine Ruhelage, so wird man im Fernrohr die beiden Spaltbilder in eine Linie fallen sehen, andernfalls wird das vom Spiegel am Pendel herrührende Bild etwas zur Seite verschoben erscheinen. Aus der Anzahl der Schwingungen, welche das Pendel zwischen zwei Koinzidenzen macht, ergiebt sich dann das Verhältniss seiner Schwingungsdauer zu derjenigen des Uhrpendels.

Die bei den Arbeiten des *Coast and Geodetic Survey* benutzten Pendel sind als Halbsekundenpendel etwa $^1/_4$ Meter lang; das fast ganz in der Linse konzentrirte Gewicht beträgt wenig über ein Kilogramm, die am Pendel befestigte Schneide ist von Achat und liegt auf einer Achatplatte auf. Das ganze Pendel befindet sich in einem Kasten, in welchem ausserdem noch zur Bestimmung der Temperatur, bezw. zur Herstellung der nämlichen Temperatur, für welche die Schwingungsdauer des Pendels bestimmt ist, ein zweites, ruhendes Pendel mit einem in seiner Stange eingelegten Thermometer aufgehängt ist. Ferner befindet sich im Kasten noch ein Gradbogen zum Messen der Amplitude und eine Vorrichtung zum Beginnen und Unterbrechen der Schwingungen. Giebt man den letzteren eine Amplitude von 2 Grad, so wird das Pendel, vorausgesetzt dass die Schneide sich in gutem Zustand befindet, mehrere Stunden ohne wesentliche nachtheilige Verminderung der Amplitude schwingen.

Zum Beweise der Konstanz der Schwingungsdauer führt Verfasser folgende Beispiele an:

Auf der Washingtoner Sternwarte wurden am 23. Oktober 1891 unter recht günstigen Umständen drei verschiedene, sich je über eine Stunde erstreckende Bestimmungen der Schwingungsdauer des mit A_3 bezeichneten Pendels mit Hilfe eines Chronometers von Negus nach der oben besprochenen Koinzidenzenmethode vorgenommen. Als Schwingungsdauer ergab sich in diesen drei Fällen:

0,5006279 Sekunden
0,5006281 „
0,5006280 „ .

Die Prüfung dreier anderer Pendel vor und nach einer mehrmonatlichen Expedition, wobei sie sehr verschiedenen Temperaturen und Witterungsverhältnissen, sowie langen Transporten ausgesetzt gewesen waren, ergab als Schwingungszeiten:

März 1891:	0,5008779	0,5007667	0,5006702	Sekunden
Oktober 1891:	0,5008759	0,5007668	0,5006696	„ .

Eine solche Genauigkeit in der Bestimmung der Schwingungsdauer möchte nach Ansicht des Referenten denn doch eine illusorische sein, so sehr sich auch zweifellos die verbesserte Koinzidenzenmethode für diesen Zweck eignet. *Kn.*

Reagenzrohr zur Hervorbringung von Zonenreaktionen.

Von E. Besemfelder. *Chemiker-Zeitung. 16. S. 694.*

In der analytischen Chemie benutzt man zum Nachweise gewisser Körper vielfach die sogenannten Zonenreaktionen; das sind solche, bei denen man die auf einander reagirenden Flüssigkeiten vorsichtig übereinander schichtet und dann die an der Berührungsfläche beider etwa auftretende gefärbte Zone beobachtet. Zur bequemen Ausführung solcher Reaktionen ist die vorliegende kleine Vorrichtung bestimmt. Durch die Wand eines Reagenzrohres geht eine Kapillare, welche auf dem Boden desselben

mündet und nach aussen ein kleines, durch Glasstopfen verschliessbares Reservoir trägt. Von diesem aus schichtet sich die Reagenzflüssigkeit unter die im Reagirrohr befindliche zu prüfende Lösung. Dieselbe wird durch einen oben an das Reagenzrohr angeschmolzenen Trichter, welcher auch zum Filtriren dienen kann, eingefüllt. Zur Entleerung und Reinigung des Apparates ist in seinem oberen Theile ein seitliches Ansatzrohr angebracht.

Der Apparat ist von der Firma J. H. Büchler in Breslau zu beziehen. *F.*

Beiträge zur theoretischen und rechnerischen Behandlung der Ausgleichung periodischer Schraubenfehler.

Von Dr. J. Domke.

Sonderabzug, vom Herrn Verfasser eingesandt.

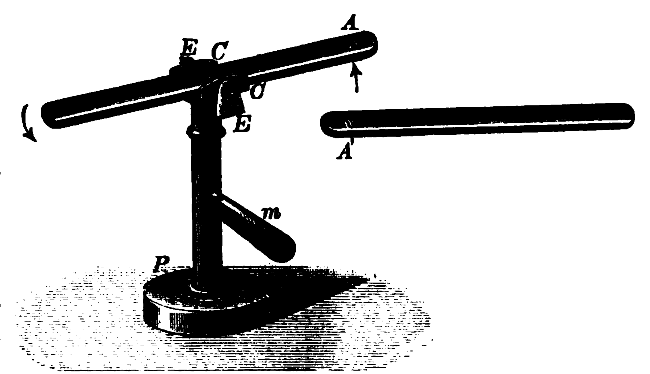
Verfasser entwickelt in vorliegender Schrift ein neues Ausgleichungsverfahren und leitet ein älteres neu ab. Beide Verfahren beschränken sich auf Anwendung einer zweiten Näherung, gehen also von der Form aus: $\alpha + \beta_1 \sin L + \gamma_1 \cos L + \beta_2 \sin 2L + \gamma_2 \cos 2L$, wo L die Ablesung in Theilen einer ganzen Umdrehung und α, β_1, γ_1, β_2, γ_2 zu bestimmende Konstanten sind. An einem vollständigen Zahlenbeispiel beweist der Verfasser, indem er die Resultate beider Annäherungsverfahren dem der strengen Ausgleichung gegenüberstellt, die Brauchbarkeit der ersteren. *Sn.*

Elektroskop.

Von Ducretet. *Journ. de Phys. Élém.* *7.* *S. 49.* *(1892).*

Um die Art der Elektrizität festzustellen, die sich auf einem Konduktor einer Elektrisirmaschine befindet, hat Herr Ducretet ein recht einfaches und handliches Elektroskop von geringer Empfindlichkeit konstruirt.

Eine Ebonitplatte A ruht auf einem Lager C, das um eine wagerechte Axe E drehbar ist, die von dem mit dem Handgriff m versehenen Stativ P getragen wird. Reibt man das Ende A der Ebonitnadel mit Katzenfell oder Wolle, so nimmt es eine negative Ladung an. Um zu prüfen, ob die Elektrisirung ausreichend gewesen, behandelt man das Ende A' einer zweiten Ebonitnadel ebenso und sieht zu, ob zwischen A und A' eine Abstossung stattfindet. Will man untersuchen, welche Elektrizität sich auf einem Konduktor einer Elektrisirmaschine befindet, so verlangsamt man ein wenig ihren Gang und nähert das mit negativer Elektrizität geladene Nadelende A dem Konduktor. Hat sich auf ihm negative Elektrizität angesammelt, so wird das Nadelende A ohne jede Schwankung in einer ganz aperiodischen Drehung abgestossen. Wenn die Ebonitplatte angezogen wird, so ist es gut, sie noch dem andern Konduktor zu nähern und dort die Abstossung festzustellen, die allein mit Sicherheit die Art der Ladung erkennen lässt. *H. H.-M.*



Ein neues photographisches Photometer zur Bestimmung von Sterngrössen.

Von W. E. Wilson. *Astronomy and Astrophysics.* *1892.* *April-Heft.*

Die photographische Platte wird in der Fokalebene durch eine elektrische Vorrichtung ruckweise verstellt, so dass auf derselben Platte eine Reihe von Aufnahmen eines Sternes mit verschiedener Expositionszeit nebeneinander erhalten werden. Dann wird auf dieselbe Weise der Polarstern als Anhaltstern auf der nämlichen Platte aufgenommen. Derselbe Zweck lässt sich übrigens sehr leicht ohne jegliche Hilfsvorrichtung durch geringe

Verstellungen des Fernrohrs in einer Koordinate erreichen; ausserdem beruht aber das Prinzip der Methode auf der unrichtigen Voraussetzung, dass bei gleichen Effekten sich die Expositionszeiten umgekehrt proportional den Intensitäten der Lichtquelle (Stern) verhalten. Diese Voraussetzung ist sogar in dem Maasse unrichtig, dass die erhaltenen Resultate um das Mehrfache ihres absoluten Werthes verfälscht sein können. Verfasser scheint die Litteratur über diesen Gegenstand nicht genügend verfolgt zu haben. *Sch.*

Neu erschienene Bücher.

Physik und Chemie. Von Dr. A. Ritter von Urbanitzky und Dr. S. Zeisel. Pest. Leipzig. 1892. 896 S. u. XVI, bezw. 797 S. u. XVI; im Ganzen 36 Lieferungen à 50 Pf. Wien. A. Hartleben.

Es werden in diesem Werk zwei von einander vollständig unabhängige Darlegungen der Physik und Chemie geboten, die aber das Ziel gemeinsam haben, die beiden Wissenschaften vorzugsweise in ihrer Beziehung zum praktischen Leben zu behandeln. Das Werk ist der Belehrung von Laien gewidmet, die durch ihren Beruf dazu genöthigt oder aus Interesse veranlasst werden, sich mit den Hauptlehren der beiden Disziplinen bekannt zu machen; besondere fachliche Vorkenntnisse sind deshalb nicht vorausgesetzt worden.

In der von v. Urbanitzky verfassten Physik sind dem Programm des Buches gemäss allgemein interessante oder besonders wichtige Anwendungen überall zum Mittelpunkt der vorgetragenen Lehren gemacht. Es seien hier nur aus der Mechanik die Abschnitte über einfache und zusammengesetzte Maschinen, Luftpumpen und Luftschifffahrt hervorgehoben. In der Akustik sind die neuesten zur Wiedergabe von Musik und Sprache konstruirten Apparate, der Phonograph von Edison und das Grammophon von Berliner ausführlich beschrieben. In der Lehre vom Licht handelt ein Kapitel eingehend über optische Apparate, namentlich soweit sie zu astronomischen Zwecken Verwendung finden. Die Wärmelehre ist im Vergleich zu den anderen Theilen der Physik etwas zu kurz gekommen. In dem Abschnitt über Elektrizität und Magnetismus schliesslich hat der Verfasser gänzlich darauf verzichtet, sich mit den praktischen Anwendungen zu beschäftigen, mit der Begründung, dass populäre Werke elektrotechnischen Inhalts schon in grosser Anzahl existiren. Manche Leser werden allerdings eine, wenn auch nur kurze Berücksichtigung dieser jetzt im Vordergrunde des Interesses stehenden Anwendungen physikalischer Lehren nur ungern vermissen.

In dem Buche über Chemie hat der Verfasser, Dr. Zeisel, es sehr geschickt verstanden, das Wichtigste aus der Experimentalchemie und chemischen Technologie in interessanter Darstellung mit einander zu vereinen. Zunächst werden in einem einleitenden Abschnitt die Fundamentalgesetze dargelegt und sodann wird auf die Chemie der Nichtmetalle eingegangen. Wissenschaftlich wichtige Versuche, z. B. die Verflüssigung des Sauerstoffs durch Pictet sind ausführlich beschrieben. In dem folgenden Abschnitt sind die technisch wichtigen Metalle, z. B. das Eisen, auch vom metallurgischen Standpunkte aus besonders berücksichtigt. Die praktischen Ziele des Buches treten aber hauptsächlich in der Behandlung der organischen Chemie hervor. Den verschiedenen Arten der Gährung, der Zuckerfabrikation und der Farbenchemie, sind grosse Abschnitte gewidmet. Mit Recht ist in diesem Theil die Uebersichtlichkeit nicht durch Aufnahme von Gegenständen erschwert worden, die bisher eine technische Anwendung noch nicht gefunden haben und auch für die wissenschaftliche Systematik ohne besonderen Werth sind. Ein kurzer Schlussabschnitt behandelt die Geschichte der Chemie.

Es ist nur zu wünschen, dass die beiden Werke ihr Ziel, in weiteren Kreisen belehrend zu wirken, in vollem Umfange erreichen mögen. *Lck.*

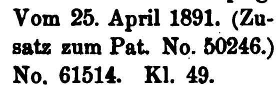
Patentschau.

Flügelrad-Wassermesser. Von G. Sigl in Budapest. Vom 10. Juli 1891. No. 61701. Kl. 42.

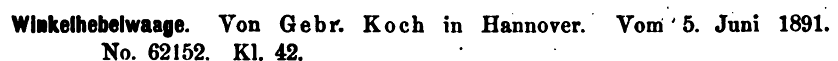
In den siebartig durchlöcherten Boden des Einsatzes *B* ist ein Rohr *D* eingeschraubt, welches dazu dient, den in die Vorrichtung eintretenden Wasserstrahl glockenförmig zu zertheilen, so dass derselbe seine Richtung umkehrt und durch den Siebboden *C* und die schrägen Löcher der Platte *E* hauptsächlich auf den Umfang des Flügelrades *L* wirkt. Ferner ist ein Rohrstück *P* angeordnet, welches zur Regulirung der Wassereinströmung entsprechend mehr oder weniger in das Rohr *D* hineingeschraubt werden kann.



Universal-Werkzeugmaschine. Von W. v. Pittler in Gohlis-Leipzig. Vom 25. April 1891. (Zusatz zum Pat. No. 50246.) No. 61514. Kl. 49.



An Stelle des nach dem Hauptpatent auf dem Querschlitten aufgebrachten einfachen Werkzeughalters wird ein Revolverkopf aufgeschoben, welcher ausser um seine eigne Axe auch um die des Führungsschlittens gedreht werden kann, um die in ihm befindlichen Werkzeuge unter beliebigem Winkel zur Axe des Werkstückes einzustellen. Zum leichteren Umschalten der Werkzeuge ist eine Feder *k* angeordnet, welche beim Niederschrauben der Schraube den Kopf *b* bis an einen Hauptanschlagestift *p* zieht, wonach die konischen Spitzen der Stifte *n* in entsprechend vertiefte Löcher eingreifen und eine genaue Einstellung des Werkzeuges ermöglichen.

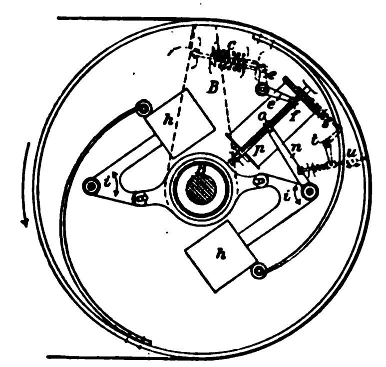


Winkelhebelwaage. Von Gebr. Koch in Hannover. Vom 5. Juni 1891. No. 62152. Kl. 42.

Damit die Winkelhebelwaage auch bei einseitiger Belastung richtig wiegt, ist der Hebel *MN* eingeschaltet, der einerseits (durch die Stange *R*) mit dem Winkelhebel *H*, andererseits mit der Axe *A* des Gewichtshebels *Q* verbunden ist, so dass die Drehschneiden *h* des Winkelhebels stets belastet sind.

Arbeitsmesser. Von Th. Müller in Elbing. Vom 14. April 1891. No. 62266. Kl. 42.

Geschwindigkeits- und Kraftdiagramme werden getrennt von einander auf demselben Papierstreifen aufgezeichnet. Ein fest auf die treibende Welle aufgekeilter Arm *B* treibt die lose auf ihm sitzende Betriebsscheibe durch die Messfeder *c*, wobei der Winkelhebel *e* mit Stift *f* das Kraftdiagramm aufzeichnet. Ferner zeichnet der von dem Kraftmesser unabhängig angebrachte Geschwindigkeitsmesser *i h* mit seinem Schreibhebel *n o* das Geschwindigkeitsdiagramm auf. Die Papiertrommel *p* erhält ihre Drehung mittels eines Schaltwerkes durch den aus der Riemenscheibe hervorragenden, federnd verschiebbaren Stift *u*, welcher von dem Antriebsriemen bewegt wird.



Federklemme für elektrische Leitungen. Von M. Harff und E. Brüncker in Köln. Vom 6. Oktober 1891. No. 62334. Kl. 21.

Das ösenförmig gebogene Ende der Leitungsdrähte wird um die Warze *w* gelegt, welche sich auf dem einen Schenkel der auseinandergebogenen bügelförmigen Klemme *r* (Fig. 1) befindet. Wird die Klemme freigelassen, so federn die beiden Schenkel (Fig. 2) zusammen, wobei die Warze durch ein in dem anderen Schenkel angeordnetes Loch *o* tritt. Auf diese Weise wird zwischen Klemme und Leitungsdraht, bezw. zwischen den Leitungsdrähten, eine ausgedehnte und innige Berührung gesichert.

Fig. 1. Fig. 2.

Vorrichtung zur telephonischen Wiedergabe von Schallkurven. Von O. Hymmen in Iserlohn. Vom 15. Juli 1891. No. 62314. Kl. 21.

Vor dem durch die Schallplatten des Gebers *a* beeinflussten Schreibstift *c* wird mit gleichförmiger Geschwindigkeit ein Band *d* vorübergeführt, welches in der Weise einseitig gefärbt ist, dass die Schallkurve als durchsichtige Wellenlinie auf den Stellen erscheint, wo der Schreibstift die Farbe fortkratzt. Bei *b* befindet sich eine Lichtquelle. Das Bild der durchsichtigen Welle wird nun, durch eine Linsenvorrichtung *y* vergrössert, mittels eines Spiegels *h* durch den verstellbaren Schlitz einer Wand *o* hindurch und mit Hilfe der Zerstreuungslinse *i* und der Scheinwerfer *k* und *l* auf eine Selenzelle *m* geworfen. Diese setzt die Lichtschwingungen auf bekannte Weise in elektrische Schwingungen um, welche durch den Fernsprecher zu Gehör gebracht werden können.

Hülse an Drillbohrern zur Vermeidung des todten Ganges, von aussen verstellbar. Von H. Wiesemann in Remscheid-Reinshagen. Vom 11. Januar 1891. No. 61780. Kl. 49.

Ausserhalb des Brustkorbes *e* wird eine leicht zugängliche nachstellbare Hülse *c* angebracht, welche auf eine fest am Bohrer *a* befindliche Scheibe *b* drückt.

Fräse zur Erzielung riffelfreier Bohrungen. Von H. Mc Daniel in Nashville, V. St. A. Vom 18. Juli 1891. No. 62050. Kl. 49.

Ein zentrisch durchbohrter Kern besitzt an seinem Umfange Zähne, deren Flächen *a* und Stirnflächen *b* die Schneiden bilden. Zum Zwecke der Erzielung eines gleichbleibenden Durchmessers der Zähne wird die Fräse durch Abziehen der Flächen *a* und *b* unter Benutzung der Flächen *c* und *d* als Anlageflächen geschärft.

Konstantes galvanisches Element. Von C. v. Scheliha in Brüssel. Vom 12. November 1890. No. 62178. Kl. 21.

Bei galvanischen Elementen, welche als Depolarisatoren die Chloride des Bleies, Silbers oder die Chlorüre des Kupfers oder Quecksilbers haben, soll ein Elektrolyt verwendet werden, welcher aus einer 5- bis 15-prozentigen wässerigen Lösung neutraler schwefelsaurer Salze des Zinks oder elektropositiverer Elemente besteht.

Vorrichtung zum selbthätigen Aufzeichnen chemischer Untersuchungen. Von E. Rassmuss in Blankenburg und H. Paasch in Magdeburg-Buckau. Vom 15. Juli 1891. No. 62093. Kl. 42.

Die bei der Untersuchung benutzte Bürette enthält die Titrirflüssigkeit, welche mittels eines luftdicht schliessenden Kolbens *a*, einer Zahnstange *b* und eines Triebrades *c* in geeigneter Weise aus der unteren Oeffnung herausgedrückt werden kann. Die Zahnstange des Kolbens ist mit einem Stift *d* versehen, der auf einer mit Papier überzogenen Trommel *e* das mehr oder weniger tiefe Heruntergehen des Kolbens und mithin auch die verbrauchte Menge der Titrirflüssigkeit registrirt. Nur die einfachste Ausführungsform ist in der Figur dargestellt. Empfiehlt es sich, dem Arbeiter beim Titriren den Stand des Kolbens bis zur Beendigung der Operation zu verbergen, so wird die Bürette mit einem mit Schlitz versehenen Rohr umgeben, das sich bei Beginn der Untersuchung um seine Axe dreht, so dass die vorher durch den Schlitz sichtbare Eintheilung der Bürette verdeckt wird. Diese Drehung wird durch einen an der Kolbenstange befestigten Stift bewirkt, der in einen Schlitz der Rohrwand eingreift, der erst schräg, dann parallel zur Axe des Rohres verläuft, so dass erst bei der Rückbewegung des Kolbens auf den Nullpunkt der Theilung die Skale wieder sichtbar wird.

Für die Werkstatt.

Exzenterscheere. Von M. Sieverts. *Bayer. Ind. u. Gewerbebl.* ***24.*** *S. 152. (1892).*

Die in der nebenstehenden Figur veranschaulichte, als Modell geschützte „kleine Exzenterscheere", dürfte sich auch in der mechanischen Werkstatt bewähren, wenn es gilt, zeitraubende Arbeiten auszuführen, die man sonst mit der Feile oder dem Meissel bewerkstelligt, die also einen nur geringen Grad von Präzision erfordern. Besonders eignet sich dieser Apparat für derlei Arbeiten auch durch seine gedrungene Form und sein geringes Gewicht (ohne Fussplatte 8 *kg*), die ihn bequem transportabel und an jedem beliebigen Ort verwendbar erscheinen lassen.



Das Werkzeug scheint sehr einfach und solide konstruirt und ist aus der Figur leicht verständlich. Das Scheerenmesser hat in dem hinten sichtbaren Gelenk seine Drehaxe; die Kraft wird von dem langen Hebel mittels eines im vorderen Gelenke angeordneten Exzenters auf das Messer übertragen. In Folge einer Federanordnung wird der Exzenterbolzen stets gegen die Druckfläche niedergehalten, sodass jeder schädliche Leergang vermieden wird. Die Messer sowohl, als das gehobelte Tischchen sind an ihren Enden vorspringend, wodurch ermöglicht wird, auch bei sonst unzugänglichen Stellen schneiden zu können. Das obere Messer kann leicht mittels kleiner Stellschrauben von der Rückseite aus nachgestellt werden. Die Befestigung des Sockels bezw. des Fusses der Scheere in der Bodenplatte erfolgt mittels einer prismatischen Leiste und einer einzigen Druckschraube, eine sehr handliche Einrichtung, die es ferner gestattet, die Scheere nach Loslösung von der Fussplatte in jeden Schraubstock zu spannen, für welchen Fall dem Fusse eine entsprechende Form gegeben ist. Die Scheere schneidet Blech bis 4 *mm* und Draht bis 6 *mm*. Der Preis des Apparates mit Fussplatte ist 40 M. und in Anbetracht der vielseitigen Verwendung ein geringer. Ein Reservemesser kostet 3 M. *K. F.*

Aluminiumloth nebst Flussmittel.

Die Kupferschmiede Bauer & Schmidlechner in München, Rosenheimerstrasse 82, haben ein Verfahren des Löthens von Aluminium gefunden, nach welchem das Löthen des Aluminiums, wie das Weichlöthen überhaupt rasch und sicher gelingen soll.

Mit dem von den Genannten benutzten Flussmittel soll Aluminium so ziemlich mit jedem Lothe gelöthet werden können, wenn auch das beigegebene Loth speziell dem Aluminium angepasst ist. Dabei sollen die Kosten nur sehr geringe sein, indem weder theure Metalle, noch besondere kostspielige Flüssigkeiten in Anwendung gelangen.

Für das Löthen grösserer Gussstücke oder Bleche empfehlen die Erfinder Folgendes: Da bekanntlich Aluminium sehr viel Wärme aufnimmt, so kühlt der Kolben bei grösseren Gegenständen zu rasch ab; es empfiehlt sich daher, den Löthstellen durch geeignete Vorrichtungen auch von unten Wärme in entsprechendem Maasse zuzuführen. Die Löthstellen sollen glatt und sauber ausfliessen und es soll nur sehr wenig Loth anzuwenden sein.

Die Herren Bauer & Schmidlechner hatten der Redaktion eine Löthprobe zur Verfügung gestellt, welche wir einer autoritativen Stelle mit der Bitte um Urtheile übersendet hatten. Wir erhalten von derselben folgende Aeusserung:

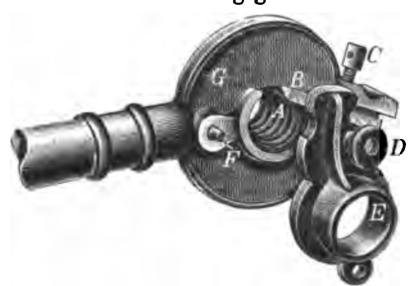
„Das Aluminiumloth der Herren Bauer & Schmidlechner in München ist einer „qualitativen Untersuchung unterzogen worden; dabei hat sich gezeigt, dass es ausser Blei und „Zinn, den Bestandtheilen des gewöhnlichen Weichlothes, auch noch Zink enthält. Hierdurch „wird es zwar etwas schwerflüssig, kann aber immer noch als Weichloth betrachtet werden. Zu „einer quantitativen Untersuchung war zu wenig Material vorhanden; ebenso reichten die vor„handenen Unterlagen zu einer Prüfung der physikalischen Eigenschaften des Lothes und der „Löthprobe nicht aus."

Kluppe zum Schneiden von Holzgewinden. Aus der technologischen Sammlung der Fachschule für Mechaniker zu Berlin. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Wie die Konstruktion und gute Ausführung der Drehbank für die feinen Arbeiten des Mechanikers von grundlegender Bedeutung ist, so hat auch die Beschaffenheit der Holzfutter, die zu mannigfachen Zwecken verwendet werden müssen und deren Herstellung in der Werkstatt selbst von den Gehilfen und Lehrlingen erfolgt, eine ebenso hohe Wichtigkeit. Leider wird dies oft unterschätzt und deshalb auf die Erzeugung der Holzfutter zu geringe Aufmerksamkeit und Sorgfalt verwendet. So kommt es oft vor, dass die Gewinde, mit denen die Futter in die Zwischenfutter oder direkt auf die Drehbankspindel geschraubt werden, ausgerissen sind oder „schlagen"; dass ferner die Anlageflächen nicht normal zur Axe stehen und schlecht gedreht sind. Und doch würde man eine Drehbank für schlecht halten, wenn z. B. die Planscheibe „schlüge" oder die Ansatzflächen der Schrauben- und Backenfutter schief zur Axe ständen.

Der Grund für die schlechte Beschaffenheit der Futter liegt in der Methode ihrer Herstellung, besonders darin, dass die Gewinde aus freier Hand mit dem mehrzahnigen Schraubstahl geschnitten werden. Bei dem heutigen Stande der praktischen Mechanik, der sich wohl in der allgemeinen Verfeinerung der Arbeitsmethoden kennzeichnet, werden Gewinde fast ausschliesslich mit Patronen- oder Leitspindeleinrichtung geschnitten und nur noch für die Herstellung der Holzgewinde an Arbeitsfuttern wendet man die Handarbeit an. Demgemäss nimmt die Fertigkeit für diese Verrichtung immer mehr ab und die Erfolge werden schlechter. Man könnte nun ebenfalls die Gewinde mit der Patrone schneiden, indessen ist dies aus mannigfachen Gründen z. B. der Sparsamkeit und Bequemlichkeit nicht empfehlenswerth. Es dürfte deshalb eine kleine Vorrichtung zur Anschaffung empfehlenswerth sein, die sich zur schnellen und billigen Erzeugung guter Holzgewinde vorzüglich eignet, und, obgleich sie in grösseren Werkzeuggeschäften zu billigem Preise zu kaufen ist, fast in keiner mechanischen Werkstatt benutzt wird.

Dieses Werkzeug besteht aus einem Gusseisenstück *G*, welches an einem in Heftform gehaltenen Holzstiele sitzt, und nach der in der Figur hinteren Seite einen Ansatz trägt zur Aufnahme des Führungsgewindes *A*. In der Verlängerung dieses Ansatzes liegt nach vorne hin ein ebensolcher, aber niedriger Ansatz, der auf einen bestimmten Winkelbetrag unterbrochen ist, um das die Gewinde erzeugende Messer, den Gaisfuss *B*, aufzunehmen. Letzterer ist in einem rechts seitlichen Anguss in einer Nut gut passend gelagert und kann durch die Schraube *C* und die Mutter *D* gegen zwei rechtwinklig zu einander liegende Anlageflächen gedrückt werden. Die Mutter *D* sitzt auf einem Gewindestift, der gleichzeitig als Stell- oder Orientirungsstift für ein besonders geformtes Stück dient, welches eine zylindrische Durchbohrung *E*, den Führungszylinder für das zu erzeugende Gewinde, umschliesst. *F* ist ein zweiter Stift, der im Verein mit *D* dem Führungszylinder stets dieselbe Lage sichert.



Zur Herstellung des Gewindes dreht man den Gewindestamm zu dem Führungszylinder passend und schneidet nun, nachdem man das Holz in der üblichen Weise gut eingefettet hat, wie mit der gewöhnlichen Kluppe das Gewinde fertig; um dasselbe bis an den Ansatz heranzuschneiden, nimmt man, sobald das Gewinde *A* die Führung übernommen hat, das Führungsstück *E* von dem Gewindestifte bei *D* herunter. Die Anwendung ist eine sehr einfache und die Erlangung guter und laufender Gewinde so ziemlich gesichert, wenn man die beim Schneiden mit der Kluppe üblichen Vorsichtsmaassregeln nicht ausser Acht lässt. Besonders erscheint die Benutzung des Gaisfusses, dessen Schneidewinkel für die Holzbearbeitung ganz besonders geeignet sind, sehr glücklich gewählt, denn dadurch wird eine Zerstörung des Holzgewindes durch Ausreissen, wie es bei Verwendung gewöhnlicher Zahnstähle unausbleiblich ist, ganz ausgeschlossen.

Der Preis für dieses Werkzeug liegt für alle Grössen unterhalb 3 Mark, sodass die Anschaffung, da wohl kaum mehr als drei verschiedene Spindelgewinde in gut eingerichteten Werkstätten vorkommen dürften, keine sehr kostspielige ist.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. H. Haensch, Beisitzer. Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

XII. Jahrgang. **Oktober 1892.** Zehntes Heft.

Zur Einführung einheitlicher Gewinde in die Feintechnik.

(Mittheilung aus der Physikal.-Techn. Reichsanstalt.)

Nachdem die Arbeiten für Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feintechnik nunmehr seit etwa drei Jahren von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geführt werden und es inzwischen gelungen ist, auch ausserhalb Deutschlands, insbesondere in Oesterreich und der Schweiz, das Interesse der Fachmänner für diese hochwichtige Frage wach zu rufen, hatte die Reichsanstalt für den September d. J. den Zusammentritt einer grossen Sachverständigenversammlung zur Fassung endgiltiger Beschlüsse über die Gewindenormen geplant und zur Beschickung derselben die betheiligten Behörden und Fachvereine sowie hervorragende Werkstätten der Feinmechanik, Elektrotechnik, Uhrmacherei und Werkzeugfabrikation eingeladen. Mehr als 30 der namhaftesten Fachmänner, darunter fünf Herren aus Oesterreich, ebensoviele aus der Schweiz und ein bedeutender Schraubenfabrikant aus England hatten ihr Erscheinen bei der in München geplanten Versammlung zugesagt; leider wurde es aber Anfang September im Hinblick auf die damals an mehreren Landesgrenzen getroffenen Quarantänemaassregeln nöthig, die Versammlung zu verschieben. Dieselbe soll nun in der zweiten Hälfte des Oktobers oder in den ersten Tagen des Novembers wiederum in München stattfinden.

Die Berathungen sollen sich auf 5 Punkte erstrecken, nämlich auf 1) Gewindeform, 2) Ganghöhen, 3) Backenbohrer, 4) Bolzenlängen, Köpfe u. s. w., 5) Prüfung und Beglaubigung von Schneidzeugen und von Lehren. Die Reichsanstalt hat den Theilnehmern eine kurze Auseinandersetzung über diese Punkte übersandt, welche wir im Nachfolgenden zum Abdruck bringen mit dem Bemerken, dass die technische Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg Aeusserungen zur Sache von jedem Fachmann mit grossem Dank entgegennimmt.

1. Gewindeform.

Im Juni 1890 ist auf Anregung der Reichsanstalt eine Versammlung von Fachmännern in Frankfurt a. M. zusammengetreten, um Festsetzungen behufs Einführung einheitlicher Befestigungsschrauben in die Feinmechanik und Elektrotechnik zu treffen. Dabei bildete die Gewindeform den Gegenstand eingehender und ausgedehnter Berathungen. Gegen die vorgeschlagene scharfe Gangform wandten sich der Vertreter des *Verein deutscher Ingenieure* und ein Mechaniker; sie erklärten sich für die abgeflachte Form und machten zu Gunsten ihrer Ansicht vorzugsweise geltend, dass bei abgeflachtem Gewinde 1. die schneidenden Kanten der Schneidzeuge widerstandsfähiger seien, 2. der Kern der Schrauben und Bohrer gegen Abdrehen leichter geschützt werden könne. Alle anderen Theilnehmer waren jedoch der Ansicht, dass auch bei dem scharfen Gewinde genügende Festigkeit der

[1]) Vgl. hierüber *diese Zeitschr. 1889. S. 306* und *1890. S. 301. 392.*

Schneidkanten und des Kerns vorhanden sei; zudem erklärten die anwesenden Schraubenfabrikanten, mit beiden Gewinden gleich gut arbeiten zu können; auch führten mehrere Inhaber mechanischer Werkstätten an, dass sie in ihrer Praxis mit dem scharfen Gewinde sehr zufriedenstellende Erfahrungen gemacht hätten. Im Hinblick auf diese Erwägungen, sowie darauf, dass das scharfe Gewinde leichter messbar ist als jedes andere und hierdurch die Festhaltung der Normalität wesentlich erleichtert wird, entschied man sich mit überwiegender Mehrheit für diese Gangform. Dabei war man der Meinung, dass sich beim Gebrauch der Schneidzeuge eine leichte Abrundung der Gänge bald von selbst einstellen und deshalb sowohl die Bohrer als die Schrauben des Handels eine schwache Abrundung am Kopf und am Boden der Gänge zeigen werden.

Nachdem die Frankfurter Versammlung noch den Gangformwinkel von 53° 8′ sowie die Reihenfolge der Durchmesser und Steigungen festgesetzt hatte, ersuchte sie die Reichsanstalt, die Anfertigung der nöthigen Normalschneidezeuge in die Wege zu leiten. In Folge dessen wurden von hier aus eine Reihe geeigneter Werkzeugfabrikanten veranlasst, sich mit der Herstellung derselben zu befassen; andererseits liess die Reichsanstalt theils in der eigenen Werkstatt, theils anderwärts auf ihre Kosten eine Reihe von Bohrern anfertigen, um sie an einige bedeutende Werkstätten behufs Erprobung abzugeben. Diese Arbeiten waren mit vielen Schwierigkeiten verknüpft, da zur Erzielung genügender Genauigkeit der Bau besonderer Vorrichtungen nöthig wurde. Als man endlich Anfangs dieses Jahres die Anfertigung der Probestücke beendet hatte, erhoben gerade diejenigen Fachmänner, welche früher am eifrigsten für die scharfe Gangform eingetreten waren, entschiedenen Widerspruch gegen die nunmehr vorliegenden Gewinde. Sie erklärten, durch den Anblick der fertigen Bohrer in ihrer früheren, nur auf die Kenntniss von Musterschrauben gestützten Meinung erschüttert und im Gegensatz dazu nunmehr zu der Ueberzeugung gelangt zu sein, dass die scharfkantigen Gewinde sich in der Praxis nicht bewähren würden.

Die Reichsanstalt hat betreffs der Einzelheiten der Normen sich von vornherein einer eigenen Stellungnahme enthalten, vielmehr die Entscheidung hierüber den in der Praxis wirkenden Sachverständigen überlassen. Aber, abgesehen davon, dass einige Fachmänner nach wie vor an der scharfen Gangform festhielten, erschien es angesichts der hervorgetretenen Widersprüche auch unzulässig, das einmal Festgesetzte ohne Anstellung objektiv beweisender Versuche aufzugeben. Man liess daher in drei grossen Fabriken mittels scharfgängiger, sowie entsprechend abgerundeter und abgeflachter Bohrer Schneideisen und mit deren Hilfe massenweise Schrauben anfertigen; dabei liess man nun die auf die Herstellung von je 1000 Stück aufgewendete Zeit, die verhältnissmässige Menge des Ausschusses und die Zahl der mit e i n e m Schneideisen gefertigten Schrauben ermitteln. In der That ergab sich, dass das scharfgängige Gewinde, wenigstens für Durchmesser bis zu 4 *mm* abwärts, theuerer arbeitet als ein solches mit abgerundeten oder abgeflachten Gängen. In den scharfen Kehlen der Schneideisen setzen sich leicht Späne fest, welche die Gänge zerreissen und so die Schrauben unbrauchbar machen; das Schneideisen wird in Folge der grossen Gangtiefe sehr angestrengt und bricht deshalb bei der Schlankheit seiner Zähne doppelt leicht. Dazu kommt, dass die Arbeit verhältnissmässig langsam fortschreiten kann, auch von den Drehern eine grössere Uebung und Aufmerksamkeit verlangt, als im Durchschnitt vorhanden ist. Zieht man schliesslich noch in Betracht, dass die scharfen Kanten der

Schrauben sehr empfindlich sind gegen die bei der Reinigung, Verpackung und Beförderung unvermeidlichen Stösse, so musste man die gegen das scharfe Gewinde erhobenen Einwände als zutreffend anerkennen und zugestehen, dass die Erwartungen, wonach die bei dem Gebrauch der Schneideisen und Bohrer von selbst eintretende Abrundung der Kanten hinreichenden Schutz gegen jene Nachtheile bieten sollte, sich nicht bewahrheitet haben.

Nunmehr lag noch der Ausweg vor, das scharfgängige Gewinde grundsätzlich anzunehmen, aber gewisse Toleranzen für die Gangform bei den Schneidzeugen des Gebrauches festzusetzen, so dass deren Gänge thatsächlich abgerundet werden. Damit würde man aber nicht nur doppelte Normen einführen, deren Erhaltung vermehrte Schwierigkeiten bereitete, auch würden dann die äusseren Durchmesser der für die Anfertigung der Schneideisen bestimmten Bohrer sowie der sämmtlichen Schrauben hinter denjenigen der Normalgewinde um nicht unerhebliche Beträge zurückbleiben, da man darauf bestehen müsste, dass die Summe des Bolzen- und des Kerndurchmessers bei jenen Bohrern denselben Werth hat wie bei dem entsprechenden scharfgängigen Normalgewinde. Bei solcher Sachlage musste man sich entschliessen, die vorläufigen Normen vom Juni 1890 aufzugeben und durch ein weniger tiefes, abgerundetes oder abgeflachtes Gewinde zu ersetzen. Zwischen diesen beiden hatte sich bei den vorerwähnten Versuchen ein Unterschied nicht gezeigt; das abgeflachte scheint aber den Vorzug zu verdienen, weil seine Bohrer leichter herzustellen, auch in einfacherer Weise auf ihre Normalität zu prüfen sind; dazu tritt, dass mit dessen Annahme ein vollständiger Anschluss an das Gewinde des *Vereins deutscher Ingenieure* erreicht wird. Legt man die ursprünglichen Normen zu Grunde, und vermindert nach dem Vorgange des genannten Vereins die ideale Gangtiefe am Grund und an der Spitze um je $^1/_8$ ihres Betrages, so ergiebt sich ein Gewinde, welches sich bei den vergleichenden Versuchen zum Schraubenschneiden sowie zum Bohren von Muttern brauchbar gezeigt hat.

2. Ganghöhen.

Gegen die im Jahre 1890 festgesetzten Ganghöhen oder Steigungen (*diese Zeitschr. 1890. S. 393*) sind nach zwei Richtungen hin Einwände laut geworden. Die stärkeren Gewinde sind als zu grob für viele Zwecke der Feinmechanik, die schwächeren wiederum als zu fein für die Elektrotechnik erachtet worden. Bei kürzlich stattgehabten Berathungen Berliner Fachmänner war man der Meinung, dass der erste Einwand für die allgemeinen Normen ausser Betracht bleiben dürfe, weil nur in wenigen Fällen für die stärkeren Befestigungsschrauben der Feinmechanik eine engere Steigung unbedingt nothwendig sei, es sich dann aber in der Regel nicht um massenweise herzustellende Fabrikschrauben handele. Die Aufstellung von Sondernormen für diese Fälle sei um so weniger angezeigt, als man vor Allem dahin streben müsse, dass einem Durchmesser nur eine Ganghöhe zugeordnet werde, um die Zahl der Gewinde nicht unnütz zu vergrössern und so ihre Einführung zu erschweren. Dagegen erkannte man dem anderen Einwand volle Berechtigung zu und auch die Vertreter der Feinmechanik befürworteten die Einführung einer gröberen Steigung für die Durchmesser von 2 *mm* ab. Dabei kämen in Betracht

für den Durchmesser (*D*) von . .	2	1,7	1,4	1,2	1	*mm*
die neuen Ganghöhen (*S*) von . .	0,4	0,35	0,3	0,25	0,25	„
statt der früheren Ganghöhen von	0,35	0,3	0,25	0,2	0,2	„

Mit dieser Anordnung würde man sich auch dem in der Kleinuhrmacherei gebräuchlichen Verhältniss von $D/S = 5/1$ bis zu $4/1$ anschliessen.

Somit ergäben sich folgende Normen:

Durchmesser *mm*	Steigung *mm*	Kernstärke *mm*	Abflachung *mm*
10	1,4	7,9	0,175
9	1,3	7,05	0,162
8	1,2	6,2	0,150
7	1,1	5,35	0,137
6	1,0	4,5	0,125
5,5	0,9	4,15	0,112
5	0,8	3,8	0,100
4,5	0,75	3,375	0,094
4	0,7	2,95	0,087
3,5	0,6	2,6	0,075
3	0,5	2,25	0,062
2,6	0,45	1,925	0,056
2,3	0,4	1,7	0,050
2	0,4	1,4	0,050
1,7	0,35	1,175	0,044
1,4	0,3	0,95	0,037
1,2	0,25	0,825	0,031
1	0,25	0,625	0,031

3. Backenbohrer.

Von einigen Seiten ist der Wunsch geäussert worden, für die Durchmesser der bei der Herstellung von Kluppenbacken zu benutzenden Bohrer gleichartige Vorschriften aufzustellen. Versuche über die zweckmässigste Wahl dieser Durchmesser sind an zwei Stellen eingeleitet worden.

4. Bolzenlängen, Köpfe u. s. w.

Ebenso ist mehrfach angeregt worden, gleichartige Vorschriften über die gebräuchlichen Abmessungen der Bolzenlängen, Köpfe, Versenkungen, Schnitte u. s. w. der käuflichen Schrauben zu vereinbaren. Durch Umfragen konnten werthvolle Unterlagen über die in hervorragenden Werkstätten gebräuchlichen Abmessungen beschafft werden.

5. Prüfung und Beglaubigung von Schneidzeugen und von Lehren.

Wenn die Normalität der Gewinde aufrecht erhalten werden soll, so muss jeder Betheiligte in der Lage sein, an der Hand von beglaubigten Lehren oder von beglaubigten Musterbohrern und Musterschneideisen eine Kontrole der Richtigkeit von Schrauben u. s. w. auszuführen. Dabei kommt es darauf an, einerseits über die geeignetste Form dieser Lehren und Musterschneidzeuge Bestimmung zu treffen, andererseits in jedem der betheiligten Länder eine oder bei Bedarf mehrere öffentliche Stellen mit diesen Beglaubigungen zu betrauen. In ersterer

Beziehung liegen einige Vorschläge vor, doch kann eine öffentliche Versammlung hier zu endgiltigen Beschlüssen nicht wohl kommen; vielmehr wird es zunächst den die Beglaubigungen übernehmenden Stellen überlassen bleiben müssen, mit Werkzeugfabrikanten über diese und weitere, etwa noch eingehende Vorschläge zu verhandeln und dieselben umfassenden praktischen Versuchen zu unterwerfen. Jedenfalls ist es aber nöthig, auch hierfür die Wünsche der verschiedensten Fachkreise festzustellen und zu erörtern.

Ueber die Vergleichbarkeit polarimetrischer Messungen.

Von

Prof. Dr. **F. Lippich** in Prag.

I.

Polarimetrische Bestimmungen erfordern, damit sie untereinander vergleichbar seien, die Angabe der Wellenlänge, auf welche sich die gemessenen Drehungen beziehen. Die Versuchsanordnung muss daher die Bestimmung dieser Wellenlänge gestatten oder doch die Sicherheit bieten, dass die Messungen immer einer und derselben Wellenlänge entsprechen, wie bei den gewöhnlichen Messungen des optischen Drehungsvermögens, die sämmtlich für eine gewisse Wellenlänge des gelben Natriumlichtes gelten sollen.

Den früheren, wenig genauen Methoden genügte auch eine beiläufige Angabe der Wellenlänge; gegenwärtig ist jedoch die durch Halbschattenapparate erzielbare Genauigkeit eine sehr grosse und dementsprechend auch die Genauigkeit sehr gross, mit welcher die Wellenlänge bestimmt oder unveränderlich erhalten werden muss. Die Drehung durch eine Quarzplatte von 1 *mm* Dicke z. B., welche beiläufig 23° 40′ beträgt, kann ohne besondere Schwierigkeit mit einem mittleren Fehler von 8″ bis 10″ bestimmt werden. Dieselbe Platte giebt aber für die beiden *D*-Linien einen Drehungsunterschied von 160″ bis 170″, das ist nahe das 20fache des obigen Fehlers. Die Stelle des Spektrums, für welche die Messung gilt, müsste also bis auf $^1/_{20}$ des Abstandes der beiden *D*-Linien oder die zugehörige Wellenlänge bis auf 0,3 $\mu\mu$ genau angegeben oder konstant erhalten werden, wenn die aufgewendete Genauigkeit der Methode nicht ganz illusorisch sein soll.

Könnten wir hinreichend homogenes Licht verwenden, so wäre in allen Fällen ein Zweifel über die Wellenlänge zu vermeiden. Allein selbst bei Verwendung von Sonnenlicht wird die Breite der Okularspalte, durch welche das spektral zerlegte Licht hindurchgeht, vielmal grösser sein als der Abstand der *D*-Linien, wenn die nöthige Intensität erreicht werden soll, und intensive monochromatische Flammen haben sogar immer ein ziemlich ausgedehntes Spektrum, allerdings mit einem stark hervortretenden Maximum der Intensität. Wir wären wohl in Verlegenheit, wenn wir für derartige Lichtquellen mit grösserer Genauigkeit die Wellenlänge angeben wollten, die unseren Messungen zu Grunde liegt.

Augenscheinlich wird diese abhängen von der Helligkeitskurve des Spektrums unserer Lichtquelle, aber nicht von dieser allein, sondern auch die Konstrukionsart des Polarimeters, die Grösse der Drehung und der Beschattung des Gesichtsfeldes und schliesslich die Individualität des Beobachters wird dieselbe beeinflussen können.

II.

In einer Abhandlung: „Zur Theorie der Halbschattenpolarimeter“[1]) habe ich auf theoretischem Wege nicht nur den Ausdruck entwickelt, aus welchem die zu einer gegebenen Drehung gehörige Wellenlänge zu ermitteln ist, sondern auch die Ausdrücke, nach denen die Genauigkeit der Einstellungen und die Farbendifferenz bei denselben beurtheilt werden kann. Ich habe mich bei dieser Untersuchung auf die beiden Halbschattenpolarimeter beschränkt, die von Laurent und von mir angegeben wurden und die ich im Folgenden als Polarimeter mit Laurent-Platte und mit Halbprisma (da sich diese Bezeichnung bereits eingebürgert hat) bezeichnen will. In der That sind die genannten Polarimeter anderen Konstruktionen an Genauigkeit so bedeutend überlegen, dass sie bei einer solchen Untersuchung wohl zunächst in Betracht kommen müssen.

Diese Untersuchung, die durch eine grössere Zahl von Messungen erläutert und in ihren Resultaten bestätigt wird, ist, vielleicht ihrer mathematischen Form wegen, wie es scheint wenig beachtet worden und ich möchte daher an diesem Orte unter Weglassung der Entwicklungen zunächst die erhaltenen Resultate mittheilen und an dieselben einige weitere Angaben anschliessen.

Des leichteren Verständnisses wegen wollen wir aber doch den Ausdruck zur Bestimmung der Wellenlänge ableiten, jedoch mit Beschränkung auf einen möglichst einfachen ideellen Fall. Wir wollen nämlich ein Polarimeter voraussetzen, dessen Polarisator und Analysator aus einfachen Nikol'schen Prismen besteht. Die Nullpunktseinstellung sei dadurch bestimmt, dass man die Helligkeit des Gesichtsfeldes auf einen gewissen kleinen Betrag bringt, wobei der Winkel der beiden Hauptschnitte φ nahe ein Rechter sein wird; auf dieselbe Helligkeit stelle man dann nach Einschaltung einer aktiven Substanz ein, wobei der Analysator um den Winkel β gedreht werden musste. Als Vergleichsfläche könnte man sich irgend eine, durch eine passende Lichtquelle konstant beleuchtete Fläche denken.

Ist I die Intensität jener homogenen Komponente der Lichtquelle, welcher die Wellenlänge λ zukommt und α der Drehungswinkel der aktiven Substanz für die Wellenlänge λ, so ist die Intensität dieser homogenen Komponente bei der Nullstellung und bei der zweiten Einstellung:

$$I \cos^2 \varphi \text{ und } I \cos^2 (\varphi + \beta - \alpha),$$

wenn von den Lichtverlusten abgesehen wird. Für die Bestimmung der Gesammthelligkeit kommen nun eigentlich nicht die obigen Helligkeiten in Betracht, sondern die subjektiven, wie sie dem Auge erscheinen. Wir würden diese aus den obigen durch Multiplikation mit einem Faktor K erhalten, der von der Wellenlänge und der mittleren Helligkeit des Gesichtsfeldes abhängt. Insofern das Spektrum als von geringer Ausdehnung angenommen wird, die Beschattung nicht zu klein und überdies für die einzelnen Messungen nicht zu different, dürfen wir K als von λ allein abhängig betrachten und erhalten, indem wir $KI = i$ setzen, als Bedingungsgleichung für die Gleichheit der Helligkeiten:

$$\Sigma\, i \cos^2 \varphi = \Sigma\, i \cos^2 (\varphi + \beta - \alpha).$$

Unter den gemachten Voraussetzungen ist entweder $\beta - \alpha$ für die ganze Ausdehnung des Spektrums klein oder aber es ist, wie im Spektrum einer monochromatischen Flamme, für grössere Werthe von $\beta - \alpha$ an den Enden des Spektrums

[1]) *Wiener Berichte. Bd. XCIX. Juli 1890. S. 695.*

der Faktor i sehr klein, so dass wir die obige Gleichung nach Potenzen von $\beta - \alpha$ entwickeln können. Behalten wir nur die ersten Potenzen bei, so erhalten wir

$$\sin 2\varphi \, \Sigma \, i \, (\beta - \alpha) = o,$$

woraus

$$\beta \, \Sigma \, i = \Sigma \, i \, \alpha \qquad (1)$$

zur Bestimmung der dem β entsprechenden Wellenlänge folgt.

III.

Macht man die analoge Entwicklung für ein Halbschattenpolarimeter mit Halbprisma unter Voraussetzung eines beliebigen Winkels ε, den die Hauptschnitte der beiden Prismen des Polarisators mit einander bilden und unter Berücksichtigung der Lichtverluste durch Reflexion am Halbprisma, so erhält man genau dieselbe Gleichung. Es ist also in diesem Falle die Drehung β und die ihr entsprechende Wellenlänge λ_0 unabhängig von ε.

Der Gleichung (1) entsprechend können β und λ_0 durch eine Schwerpunktskonstruktion erhalten werden. Man konstruire zu diesem Zwecke zuerst die Kurve der α, indem man zu jedem λ als Abszisse das zugehörige α als Ordinate abträgt, wie dieses in Fig. 1 angedeutet ist. Reicht das Spektrum von λ_1 bis λ_2, so ist $\alpha_1 \alpha_2$ das in Betracht kommende Stück der α-Kurve. Nun denke man sich die Punkte dieses Kurvenstückes mit Gewichten belastet, die dem i proportional sind, natürlich so, dass der Punkt der Kurve und sein Gewicht demselben λ entsprechen und bestimme den Schwerpunkt α_0. Die Ordinate dieses Punktes ist dann der Drehungswinkel β; zieht man ferner durch α_0 eine Parallele zu $a\,d$, so ist die Abszisse ihres Schnittpunktes mit $\alpha_1 \alpha_2$ die zu β gehörige Wellenlänge λ_0. Bei geringer Ausdehnung des Spektrums wird das Kurvenstück $\alpha_1 \alpha_2$ als das Stück einer Geraden angesehen werden dürfen; α_0 liegt dann auf $\alpha_1 \alpha_2$ selbst und λ_0 ist die zu α_0 gehörige Abszisse.

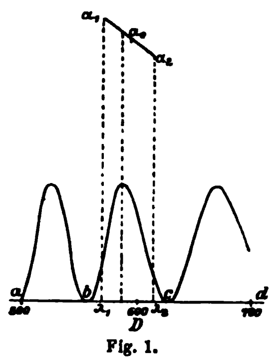


Fig. 1.

Aus dieser Konstruktion ergiebt sich sofort die Richtigkeit der folgenden Bemerkungen.

1. Aendert die Lichtquelle ihre Helligkeit innerhalb solcher Grenzen, dass die Helligkeiten i der homogenen Komponenten alle in demselben Verhältnisse zu- oder abnehmen, so ändert sich λ_0 nicht, denn der Schwerpunkt α_0 bleibt unter dieser Voraussetzung derselbe.

2. Aendert sich die Drehung dadurch, dass von der aktiven Substanz Schichten von verschiedener Dicke eingeschaltet werden, so hat das wieder keinen Einfluss auf λ_0, denn dadurch werden nur die Ordinaten in Fig. 1 alle in demselben Verhältniss geändert.

3. Auch für verschiedene Substanzen, denen ungleiche Rotationsdispersionen zukommen, bleibt λ_0 ungeändert; denn verschiedenen Dispersionen entsprechen nur verschiedene Neigungen des Linienstückes $\alpha_1 \alpha_2$ gegen die Abszissenaxe, der Schwerpunkt aber bleibt auf derselben Ordinate.

4. Die Wellenlänge λ_0 ist einzig und allein abhängig von der relativen Helligkeitsvertheilung im Spektrum der Lichtquelle.

5. Damit Messungen mit Halbprismenapparaten unter einander vergleichbar seien, hat man nur dafür zu sorgen, dass die relative

Helligkeitsvertheilung im Spektrum der Lichtquelle unverändert bleibe. Denn in der Gleichung (1) kommt weiter nichts vor, das auf einen bestimmten derartigen Apparat oder auf den von ε abhängigen Grad der Beschattung Bezug hätte.

Dieses Resultat ist von besonderer Wichtigkeit, denn es gestattet für eine gegebene Lichtquelle den Werth von λ_0 ein für allemal und giltig für alle Polarimeter mit Halbprisma zu bestimmen.

Haben wir es mit einer monochromatischen Flamme als Lichtquelle zu thun, so ist freilich eine direkte Bestimmung von λ_0 kaum ausführbar, da sie eine genauere Ermittlung der Helligkeiten im Spektrum erfordert.

Anders gestaltet sich aber die Sache, wenn wir ein Spektrometer mit Okularspalt verwenden, in welchem Falle wir jede beliebige vorgeschriebene Helligkeitsvertheilung in dem aus dem Okularspalt tretenden Lichte herstellen können. Machen wir beispielsweise den Kollimatorspalt sehr eng, so ist die Helligkeit in der ganzen Ausdehnung des in dem Okularspalt liegenden Spektrumtheiles konstant. Unsere Konstruktion ergiebt dann sofort, dass λ_0 das arithmetische Mittel ist aus den Wellenlängen, die den Rändern des Okularspaltes entsprechen.

Allein diese Anordnung gewährt weder grosse Genauigkeit noch hinreichende Helligkeit, wenn die Farbendifferenz nicht zu störend werden soll. Weit günstiger ist es, die Helligkeitskurve so zu wählen, dass sie durch ein gleichschenkliges Dreieck dargestellt ist. Man erhält dieselbe einfach dadurch, dass man den Kollimatorspalt so weit öffnet, bis sein Bild gleiche Breite mit dem Okularspalt hat; λ_0 ist die Wellenlänge jener Spektrallinie, welcher die grösste Helligkeit zukommt, die also der Spitze des Dreiecks entspricht. Oeffnet sich der Kollimatorspalt symmetrisch, so ist es jene Linie, die bei sehr feiner Spaltstellung in der Mitte des Okularspalts liegt, bei einseitig sich öffnendem Kollimatorspalt liegt sie an einem der Ränder des Okularspalts. Auf diese Weise kann λ_0 mit jeder gewünschten Genauigkeit ermittelt oder am Spektrometer im Vorhinein eingestellt werden.

Zur indirekten Bestimmung von λ_0 wird man eine passende Substanz verwenden, deren Drehung und Dispersion für die Region des der Lichtquelle entsprechenden Spektrums man kennt. Eine sehr geeignete Substanz dieser Art ist der Quarz, dessen Drehung für die ganze Ausdehnung des sichtbaren Spektrums bekannt ist. Eine Quarzplatte von 1 *mm* Dicke würde für alle Fälle ausreichen; sie muss aus ganz homogenem Materiale und sehr genau planparallel hergestellt sein, da einer Aenderung der Dicke um 1 μ schon eine Aenderung des Drehungswinkels um 75″ entspricht. Es wäre aber nicht zu empfehlen, die Drehung der Platte durch Messung ihrer Dicke zu bestimmen, denn, da es sich um eine Genauigkeit von wenigen Sekunden handelt, so wird man kaum die bisherigen Bestimmungen für die Drehung im Quarze als genau genug ansehen dürfen und überdies deren Aenderung mit dem Fundorte sowie die Schwierigkeit einer Dickenmessung bis auf $^1/_{20}\,\mu$ zu berücksichtigen haben. Man wird vielmehr nach dem oben beschriebenen Verfahren die Drehung mittels eines geeigneten Spektrometers bestimmen.

So fand ich nach dieser Methode für eine Quarzplatte Q von nahe 1 *mm* Dicke (1,0933), die zur Aichung von Natriumlicht, das in verschiedener Weise gereinigt wurde, auf die Wellenlänge λ_0 dienen sollte, die Drehung entsprechend der Linie D_2 und reduzirt auf die Temperatur von 20° C., und für die Dispersion bei D_2:

$$\beta_{D_2} = 23^\circ\, 42'\, 31''; \quad \frac{\Delta\beta}{\Delta\lambda} = 291''.\,10^6.$$

Bestimmt man mit Hilfe dieser Platte die Drehung unter Anwendung des betreffenden Natriumlichtes, so lässt sich dann λ_0 mittels der obigen Zahlen leicht finden. Ich habe die Bestimmung in folgenden drei Fällen ausgeführt.

a. Bromnatrium wurde in der Bunsenflamme verdampft und das Licht durch eine 10 *cm* dicke Schicht von konzentrirter Kaliumdichromatlösung gereinigt.

b. Chlornatrium in der Bunsenflamme und in derselben Weise gereinigt, wie im vorhergehenden Falle.

c. Chlornatrium in der Bunsenflamme; das Licht ging durch dieselbe Schicht der Kaliumdichromatlösung, ausserdem durch eine 1 *cm* dicke Schicht von Kupferchloridlösung (1 *g* Salz auf 6,35 *ccm* Wasser), um die rothen Strahlen zu entfernen.

Es ergaben sich die folgenden Zahlen:

$$\beta_a = 23^\circ\,37'\,53'', \quad \beta_b = 23^\circ\,40'\,17'', \quad \beta_c = 23^\circ\,43'\,15'',$$
$$\lambda_a\,10^8 = 59193, \quad \lambda_b\,10^8 = 58937, \quad \lambda_c\,10^8 = 58880.$$

Für die Mitte zwischen den beiden Natriumlinien wäre $\lambda\,10^8 = 58921$ und die Drehung durch unsere Quarzplatte $= 23^\circ\,41'\,4''$. Die Drehungen sind sämmtlich auf die Temperatur von 20° C reduzirt.

Die Zahlen zeigen, dass je nach der Reinigungsmethode des Natriumlichtes und seiner Intensität sehr verschiedene Drehungen erhalten werden.

IV.

Wir wenden uns zur Betrachtung des Polarimeters mit Laurent-Platte. Für diese liegen die Verhältnisse nicht günstig. Es ist schon schwierig, die Platten genau planparallel herzustellen, und sie zeigen daher zumeist kein gleichförmig dunkles Feld, was die Genauigkeit der Einstellung beeinträchtigt. Weit schwerer aber fällt in's Gewicht, dass Messungen mit verschiedenen Apparaten ausgeführt unter einander nicht mehr ohne Weiteres vergleichbar sind. Stellen wir für ein derartiges Polarimeter die zu (1) analoge Gleichung auf, so lautet sie:

$$\beta\,\Sigma\,p\,i = \Sigma\,p\,i\,\alpha, \quad p = \sin^2\pi\,\frac{d\,(n_e - n_o)}{\lambda}. \qquad (2)$$

d ist die Dicke der Platte und n_o, n_e die Brechungsexponenten für den ordinären und extraordinären Strahl entsprechend der Wellenlänge λ. In Fig. 1 stellt die wellenförmige Kurve die p-Kurve für eine Platte dar, welche für D_1 genau die Phasendifferenz von 15 halben Wellenlängen giebt ($d = 0{,}4862$ *mm*) und für das Intervall von $\lambda = 0{,}0005$ bis $\lambda = 0{,}0007$.

Die Gleichung (2) verdankt ihre einfachere Gestalt dem Umstande, dass wir die Lichtverluste durch Reflexion an der Laurent-Platte vernachlässigt haben. Würden wir sie berücksichtigen, so träte an Stelle von p ein anderer Ausdruck, der von ε abhängig ist und es würde dann β und λ_0 je nach dem Grade der Beschattung verschieden ausfallen. Der hieraus entspringende Einfluss von ε ist nicht unmerklich; er kann unter ungünstigen Umständen, die wir hier nicht näher erörtern wollen, wenn beispielsweise einmal $2\varepsilon = 6^\circ$, das anderemal $2\varepsilon = 2^\circ$ gemacht wird, die Drehung um 1′ und mehr verändern. Da aber so grosse Differenzen in ε unter gewöhnlichen Umständen nicht vorkommen, wollen wir die obere einfachere Form der Gleichung (2) den weiteren Erörterungen zu Grunde legen.

Wie im Falle eines Polarimeters mit Halbprisma, wird auch jetzt β und λ_0 durch eine Schwerpunktskonstruktion gefunden, aber die Gewichte, mit denen

wir die Punkte von $\alpha_1\,\alpha_2$ (Fig. 1) belastet zu denken haben, sind jetzt nicht den i, sondern $p\,i$ proportional anzunehmen. Es behalten daher die im Abschnitt III unter 1 bis 5 angeführten Sätze ihre Giltigkeit nur dann, wenn wir es mit Polarimetern zu thun haben; deren Laurent-Platten genau gleiche Dicken besitzen und denen demnach auch identische p-Kurven entsprechen.

Um den Einfluss der Plattendicke auf die Werthe von β und λ_0 übersehen zu können, wollen wir noch die Aenderungen angeben, welche die p-Kurven erleiden, wenn die Dicke sich ändert. Wählt man dieselbe immer so, dass die Phasendifferenz für D_1 ein ungerades Vielfaches einer halben Wellenlänge beträgt, die Platten also für D_1 richtig sind, so rücken die Minima $a, b, c, d\ldots$ immer näher aneinander und an D_1, je grösser die Plattendicke wird; ihre Abstände werden halb so gross, wenn die Dicke sich verdoppelt. Ist aber die Platte bezüglich D_1 nur etwas unrichtig, d. h. beträgt die Phasendifferenz nicht genau ein ungerades Vielfaches einer halben Wellenlänge, so verschiebt sich die p-Kurve mit wachsender Unrichtigkeit nach der Seite der wachsenden oder abnehmenden Wellenlängen, je nach dem die Dicke zu gross oder zu klein ist. Es hat keine Schwierigkeit, hiernach in einem gegebenen Falle die Aenderungen von β und λ_0 abzuschätzen und zu erkennen, dass dieselben unter Umständen beträchtlich werden können. Jedenfalls ist aber ersichtlich, dass verschiedene Instrumente bei derselben Lichtquelle und derselben aktiven Substanz verschiedene Drehungen liefern können.

Herr Haensch hatte die Güte, mir zwei Laurent-Platten zur Verfügung zu stellen; ihre beiläufige Dicken sind $d_1 = 0{,}23\,mm$, $d_2 = 0{,}50\,mm$. Mit diesen Platten habe ich die Drehung der Quarzplatte Q (Abschnitt III) gemessen unter Anwendung von Chlornatriumlicht, das, wie in c, Abschnitt III angegeben, gereinigt wurde. Die erhaltenen Werthe β_1 und β_2, denen noch β_c beigefügt ist, sind:

$$\beta_c = 23^\circ\,43'\,15'', \quad \beta_1 = 23^\circ\,44'\,0'', \quad \beta_2 = 23^\circ\,44'\,37''.$$

Alle diese Zahlen sind Mittelwerthe, die aus einer grossen Zahl von Einzelbestimmungen abgeleitet sind; ihre Differenzen übersteigen die möglichen Fehler sehr bedeutend und zeigen, dass die Unterschiede in den Ergebnissen, die verschiedene Instrumente liefern, durchaus nicht zu vernachlässigen sind.

Jedem Polarimeter mit Laurent-Platte entspricht für ein und dieselbe Lichtquelle, beispielsweise für Natriumlicht, das in bestimmter Weise gereinigt ist, eigentlich ein anderer Werth von λ_0. Dieser Werth könnte zwar mit Hilfe unserer Quarzplatte bestimmt werden, allein die Messungen mit verschiedenen Instrumenten müssten dann noch auf einen bestimmten Werth von λ_0, etwa dem D_1 entsprechend, reduzirt werden, wozu die Kenntnis der Rotationsdispersion der Substanz, auf welche sich die Messung bezieht, nothwendig wäre. Die Ermittlung der Dispersion ist jedoch mittels eines Laurent-Polarimeters nicht möglich.

V.

Als ein Vorzug der Laurent-Platte gegenüber dem Halbprisma wird hervorgehoben, dass erstere eine viel geringere Farbendifferenz bei der Gleichstellung der Gesichtsfeldhälften zeigt. Das ist in der That der Fall, namentlich bei dickeren Platten, und der Grund hiervon ist nicht schwer einzusehen. Um die Verhältnisse anschaulicher zu machen, habe ich die Fig. 2 (a. f. S.) konstruirt unter folgenden Annahmen. Das Spektrum der Lichtquelle erstrecke sich von E bis C

und habe konstante Intensitäten i. Die Dicke der Laurent-Platte betrage 0,48613 *mm*, die Platte sei also genau richtig für die Mitte zwischen den beiden Natriumlinien, der Winkel $\varepsilon = \pm 5°$; die Lichtverluste an der Platte sind vernachlässigt. Ferner wurde angenommen, dass das Licht durch eine Rechtsquarzplatte von 1 *mm* Dicke gehe und dass endlich der Analysator eine Stellung habe, bei welcher die Strahlen der Natriumlinien gleiche Helligkeiten für die beiden, die Gesichtsfeldhälften passirenden Bündel haben würden. Unter diesen Voraussetzungen sind die ausgezogenen Linien FF und PP die Intensitätskurven für das durch den freien und das durch den von der Platte verdeckten Theil des Diaphragmas gehende Lichtbündel, wenn $\varepsilon = +5°$; die gestrichelten Linien FF und PP entsprechen dem Falle $\varepsilon = -5°$.

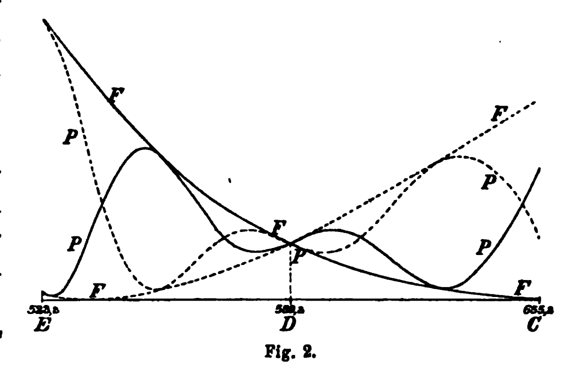


Fig. 2.

Mit zunehmender Plattendicke rücken die Berührungspunkte der Kurve PP mit FF immer näher an einander, die erstere Kurve nähert sich immer mehr der letzteren in der Umgebung des Schnittpunktes P, weshalb die Farbendifferenz kleiner wird.

Die beiden F-Kurven wären zugleich die Intensitätskurven, wenn die eine Hälfte des Diaphragmas durch ein Halbprisma bedeckt wäre. Man bemerkt, wie sehr die Intensitäten der einzelnen Farben im letzteren Falle von einander abweichen.

Der Vortheil einer geringeren Farbendifferenz, die also um so kleiner ausfällt, je grösser man die Plattendicke wählt, wird jedoch durch den Umstand aufgewogen, dass mit zunehmender Dicke die Genauigkeit der Einstellung abnimmt. Dass eine solche Beziehung bestehen müsse, kann man sich beiläufig durch die Bemerkung klar machen, dass die geringere Farbendifferenz ihren Grund hat in einer geringeren Empfindlichkeit der Drehungswinkel bezüglich einer Aenderung der Wellenlänge. Genauer lässt sich diese Beziehung durch eine mathematische Entwicklung feststellen, die ich in meiner oben zitirten Abhandlung gegeben habe.

Als Maass der Empfindlichkeit oder Genauigkeit der Einstellung kann der reziproke Werth des kleinen Winkels genommen werden, um welchen man den Analysator aus der Stellung, für welche gleiche Helligkeit der Gesichtsfeldhälften vorhanden ist, herausdrehen muss, um eine bestimmte kleine Helligkeitsdifferenz zu bewirken. Ist ε die Empfindlichkeit für ein Halbprismenpolarimeter, ε' die für ein Laurent-Polarimeter, so ergiebt sich die einfache Beziehung:

$$\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = \frac{\Sigma p i}{\Sigma i}. \tag{3}$$

Nun sind die p positiv und kleiner als die Einheit, daher ist $\Sigma p i < \Sigma i$ und daher:

$$\varepsilon > \varepsilon',$$

d. h. die Empfindlichkeit eines Halbprismenpolarimeters ist immer grösser als die eines Laurent-Polarimeters.

Die Gleichung (3) zeigt, dass ε'/ε durch die Ordinate des Schwerpunktes gemessen wird, den man erhält, wenn man sich die p-Kurve mit Gewichten i belastet denkt. Nur dann, wenn die Platte äusserst dünn wäre, wobei die Punkte bc

weit auseinanderrücken, würde die Schwerpunktsordinate nahe gleich 1, d. h. nahe gleich der Ordinate des höchsten Punktes der p-Kurve werden.

Mittels der Schwerpunktskonstruktion lässt sich der Werth von ε'/ε leicht abschätzen. Wäre beispielsweise i für das Spektrum der Lichtquelle konstant und reichte dasselbe von $\lambda = 0{,}00057$ bis $\lambda = 0{,}00061$, so wäre für eine Plattendicke $d = 0{,}4862$, das Verhältniss $^3/_4$, für die doppelte Plattendicke $^1/_2$, also das Halbprisma der Laurent-Platte in Bezug auf die Empfindlichkeit weit voraus.

Diese Betrachtungen zeigen, dass man darauf ausgehen müsse, störende Farbendifferenzen dadurch zu vermeiden, dass man die Lichtquelle möglichst homogen herstellt.

VI.

Nach dem Vorhergehenden ist ersichtlich, dass, um den hohen Grad von Genauigkeit, der bei polarimetrischen Messungen erreichbar ist, und die Sicherheit ihrer Vergleichbarkeit auch bei grösseren Drehungswinkeln zu erzielen, die Polarimeter mit Halbprisma in Verwendung zu kommen haben. Damit soll natürlich den Laurent-Polarimetern ihre Brauchbarkeit für gewisse praktische Zwecke nicht abgesprochen werden.

Nebst dem Instrumente selbst ist es aber auch die Lichtquelle, von deren Beschaffenheit diese Genauigkeit und Vergleichbarkeit abhängt. Man muss die relative Helligkeitsvertheilung derselben genauer, als es gewöhnlich geschieht, festsetzen und die Homogenität des Lichtes vergrössern.

Bezüglich des jetzt allgemein gebräuchlichen Natriumlichtes ist zu bemerken, dass es nicht genügt, nur im Allgemeinen eine Reinigung durch Kaliumdichromat vorzuschreiben, man muss die absorbirende Schicht genauer definiren, um vergleichbare Messungen zu erhalten. Das Kaliumdichromat absorbirt aber nur einen Theil der grünen Strahlen des Natriumlichtes, die rothen hingegen gar nicht und von diesen rührt die bei grossen Drehungen störende Farbendifferenz her.

Um sie zu beseitigen, habe ich zuerst eine schwache Kupferchloridlösung versucht, allein deren Absorption erstreckt sich, wenn auch in geringerem Maasse, auf das Gelb, sodass ihre Anwendung mit grossem Lichtverlust verbunden ist, wenn man die rothen Strahlen hinreichend entfernen will.

Vor Kurzem hat Herr Prof. Huppert eine Substanz aufgefunden, welche den Anforderungen in ausgezeichneter Weise entspricht. Es ist dieses eine wässrige Lösung von Uranosulfat, deren Absorptionsspektrum Clem. Zimmermann in seinen *„Untersuchungen über das Uran"*, in *Liebig's Annalen für Chemie, Bd. 213. S. 285* näher angegeben hat. Diese Lösung hat eine breite und starke Absorptionsbande in Roth, welche nahe bis an die D-Linien heranreicht und nur das äusserste Roth noch hindurchlässt. Eine zweite, schwächere Absorptionsbande beginnt im Grün, etwas weiter von D entfernt als die Stelle, an welcher die Absorption des Kaliumdichromat ihren Anfang nimmt, und wird von dieser ganz verdeckt. Kombinirt man die beiden entsprechend konzentrirten Salzlösungen, so erhält man ein Spektrum, in welchem nur ein schmaler Streifen mit den D-Linien in der Mitte und das äusserste Roth vorhanden ist; letzteres ist aber in der Natriumflamme selbst bei grösserer Intensität kaum merklich, so dass die beiden Lösungen eine vorzügliche Reinigung des Natriumlichtes bewirken. Selbst bei einer Drehung von 50° ist im Polarimeter mit Halbprisma eine Farbendifferenz kaum zu bemerken, gewiss aber nicht störend, und es wird sich daher sehr empfehlen, die obige Kombination bei polarimetrischen Messungen zu verwenden.

Ein kleiner Uebelstand besteht darin, dass die tiefgrüne Uranosulfatlösung erst durch Reduktion aus dem entsprechenden Uranylsalze hergestellt werden muss, und dass erstere an der Luft wieder durch Oxydation in die gelbe Uranylsalzlösung übergeht. Man muss daher für guten, luftdichten Verschluss der Absorptionszelle Sorge tragen und die Füllung derselben von Zeit zu Zeit erneuern.

Ich gebe hier die Vorschrift zur Herstellung und Füllung der Absorptionszelle, die ich nach einigen Vorversuchen als vollkommen geeignet gefunden habe.

a. Die Absorptionszelle ist aus einem dickwandigen Glasrohr von 4 *cm* lichter Weite hergestellt und hat zwei Kammern. Die grössere derselben hat eine Länge von 10 *cm* und ist durch zwei aufgekittete Planplatten geschlossen; zwei Bohrungen im Glaszylinder, die durch eingeriebene Glasstöpsel verschlossen werden können, dienen zum Füllen und Entleeren der Kammer. An eine der Verschlussplatten ist ein Rohrstück von 1,5 *cm* Länge mittels eines durch verdünnte Schwefelsäure nicht angreifbaren Kittes aufgekittet, das gleichfalls mit einer Bohrung und gut eingeriebenem Glasstöpsel versehen ist. Die zweite Verschlussplatte ist behufs leichterer Reinigung dieser Kammer nicht aufgekittet, sondern wird in ähnlicher Weise, wie bei den Flüssigkeitsröhren der Polarimeter, angepresst. Besser für den luftdichten Verschluss wäre es allerdings, auch diese Platte aufzukitten. Die ganze Absorptionszelle wird unmittelbar vor dem Polarimeter aufgestellt.

b. Die grössere Kammer wird mit einer etwa bei 6° C konzentrirten und filtrirten Lösung von Kaliumdichromat in Wasser gefüllt.

In die kleinere Kammer kommt die Uranosulfat-Lösung, welche ich folgendermaassen hergestellt habe:

5 *g Uranium sulfuric. purum* (von Trommsdorff in Erfurt bezogen) wurden in 100 *ccm* Wasser gelöst und 2 *g* reines Zink in Pulverform zugefügt. Sodann wurden 3 *ccm* englische Schwefelsäure in drei Partien zugesetzt und immer abgewartet, bis die Reaktion nahe vorüber war; die Flasche bleibt hierbei verschlossen. Nach dem Zusetzen der letzten Partie blieb die verschlossene Flasche längere Zeit, 6 bis 8 Stunden stehen; dann wurde die Flüssigkeit filtrirt und sogleich in die Kammer gefüllt und zwar so, dass eine möglichst kleine Luftblase zurückblieb. Nach einem Tage etwa ist die Lösung zur Ruhe gekommen und hält sich längere Zeit hindurch konstant.

Mittels dieser Absorptionszelle und einer Chlornatriumflamme, wie sie die gewöhnlichen für Polarimeter dienenden Brenner geben, habe ich die Drehung der oben erwähnten Quarzplatte gemessen. Jede der folgenden Drehungen ist aus 12 Einstellungen, 6 auf den Nullpunkt und 6 bei eingeschalteter Quarzplatte abgeleitet und auf die Temperatur von 20° C reduzirt.

Datum.	Drehung.	Datum.	Drehung.
März 12.	23° 41′ 9″	März 16.	23° 41′ 13″
„ 14.	23 41 8	„ 19.	23 41 10
„ 15.	23 41 11	April 1.	23 41 13

Mittel 23° 41′ 11″.

Während eines Monates bleibt also die Uranosulfatlösung sicher unverändert. Um zu sehen, ob nach obiger Vorschrift angenähert immer die gleiche Konzentration erhalten wird, wurde eine zweite Füllung der kleineren Kammer neu hergestellt. Die oben angegebenen Gewichte und Volumina waren hierbei nahezu

bis auf 0,01 ihres Betrages genau eingehalten worden. Folgende Drehungen wurden erhalten:

Datum	Drehung	Datum	Drehung
April 8.	23° 41′ 8″	April 9.	23° 41′ 11″
„ 26.	23 41 3	Mai 3.	23 41 5

Mittel 23° 41′ 7″.

Man kann daher ohne Anwendung besonderer Genauigkeit nach obiger Vorschrift hinreichend übereinstimmende Absorptionen erhalten. Die Messung vom 3. Mai war mittels Bromnatriumlicht ausgeführt und zeigt, dass bei unserer Reinigungsmethode selbst grosse Variationen in der Helligkeit das Resultat nicht beeinflussen. Zu den angeführten Zahlen mag noch bemerkt werden, dass die Aufstellung meines Polarimeters die Unveränderlichkeit der relativen Lage des Polarisators gegen den Analysator bis auf einige Bogensekunden während der Messungen nicht verbürgt.

Dass man von der gegebenen Vorschrift nicht zu sehr abweichen darf, zeigt die Zahl 23° 42′ 42″, die ich als Drehung erhalten hatte, indem ich die Uranosulfatlösung mit 90 *ccm* statt 100 *ccm* Wasser und 1,8 *g* statt 2 *g* Zink herstellte. Offenbar wurde jetzt in Folge der grösseren Konzentration das Roth stärker absorbirt.

Dem Mittel aus den obigen Zahlen 23° 41′ 9″ entspricht fast genau die Drehung, die ich mit der Quarzplatte unter Anwendung eines Spektrometers für die Mitte zwischen den beiden gelben Natriumlinien, also für $\lambda_0 10^6 = 58921$ gleich 23° 41′ 4″ erhalten habe. Dieser Werth von λ_0 kann aber noch nicht als der definitive für Natriumlicht, das durch unsere Absorptionszelle gereinigt ist, angesehen werden, da mein Spektrometer die Einstellungen auf die Wellenlängen nicht mit der nöthigen Genauigkeit zu machen gestattete.

Thermometrische Mittheilungen.

Von

Dr. **B. Walter** in Hamburg.

I. Ein Gefäss zur Vergleichung von Thermometern bei beliebigen Temperaturen.

In einer Flüssigkeit, welche in einem gläsernen Kochbecher über einer starken Flamme erhitzt wird, findet man selten Temperaturdifferenzen, welche einen Grad übersteigen, trotzdem in der Umgebung des Gefässes doch solche von über 1000° vorliegen. Die Strömungen der Flüssigkeit zusammen mit dem schützenden Einfluss der Glaswand des Bechers genügen also, um die Temperaturunterschiede seiner Umgebung auf ungefähr $^1/_{1000}$ ihres Werthes herabzudrücken.

Wird nun in den ersten Kochbecher ein zweiter, mit derselben oder auch einer andern Flüssigkeit gefüllter hineingetaucht, so kann man offenbar erwarten, dass der letztere die Temperaturdifferenzen an seiner Aussenwand annähernd in demselben Verhältnisse wie der erstere auszugleichen vermag, so dass man also dann im Innern des zweiten eine Vergleichung von Thermometern bis auf $^1/_{100}$ eines

Grades mit Sicherheit würde vornehmen können. Zugleich muss der äussere Becher für den inneren einen so guten Schutzmantel darstellen, dass eine etwaige Temperaturschwankung der Flamme fast spurlos an der inneren Flüssigkeit vorübergehen, und sich also hier ganz von selbst eine nahezu unveränderliche, der Grösse der Flamme entsprechende Temperatur herstellen wird. Damit wäre dann aber auch zugleich dem zweiten und letzten Erforderniss eines guten Prüfungsgefässes genügt.

In der That haben sich nun die beiden soeben ausgesprochenen Erwartungen in jeder Hinsicht erfüllt, und ich glaube deshalb, dass der einfache Apparat, welchen ich nach diesen Grundsätzen zusammengestellt habe, und von dem ich in der Folge eine nähere Beschreibung geben werde, sich nicht blos wegen seiner allgemeineren Verwendbarkeit als eine nothwendige Ergänzung des Rudberg'schen Siedegefässes erweisen, sondern das letztere, eines andern Vorzugs wegen, vielleicht sogar gänzlich verdrängen dürfte. Denn so unübertrefflich auch der genannte Apparat während des Gebrauches arbeitet, so ist doch nicht zu verkennen, dass wegen der fast plötzlichen Erwärmungen und Abkühlungen, denen die Thermometer darin ausgesetzt sind, die letzteren, wenn sie in irgend einer höheren Temperatur geprüft worden sind, dadurch zugleich für niedrigere Temperaturen stets mehr oder weniger unzuverlässig wurden. Bei dem hier zu beschreibenden Doppelbecher dagegen sind, wenn man die Thermometer nach der Prüfung langsam mit der Flüssigkeit abkühlen lässt, solche meist ganz unberechenbaren Fehler nicht blos vollkommen ausgeschlossen, sondern man wird sogar finden, dass der Apparat sich für derartige Thermometerkrankheiten geradezu als ein Kurort erweist.



Ein anderer Vorzug desselben, dem Rudberg'schen Gefässe gegenüber, besteht noch darin, dass die Thermometer beliebig tief in das Flüssigkeitsbad eingetaucht werden können, so dass also nicht nur, wie die jetzige Vorschrift lautet, der ganze Quecksilberfaden, sondern auch, wie es nach den in der folgenden Abhandlung zu besprechenden Thatsachen, wenigstens für höhere Temperaturen, unbedingt nothwendig ist, sogar die ganze Kapillare in die zu messende Temperatur eingelassen werden kann. Bei den Siedegefässen dagegen lässt sich, wenigstens in ihrer jetzigen Gestalt, nicht einmal die erstere, geschweige denn die letztere Bedingung erfüllen.

Der von mir benutzte Doppelbecher, welcher bisher zur vollen Zufriedenheit gearbeitet hat, besteht nun des näheren aus zwei ineinander gesteckten dünnwandigen gläsernen Kochbechern (siehe die Figur), die beide, um auch die längsten Thermometer aufnehmen zu können, eine Höhe von ungefähr 50 *cm* haben, und von denen der innere 5, der äussere 10 *cm* im Durchmesser misst.

Die Gefässe werden beide bis zu gleicher Höhe mit derselben Flüssigkeit,

für Temperaturen bis zu 95° mit Wasser, für höhere mit Leinöl[1]) gefüllt. Der innere Becher, welcher oben mit einer Krempe versehen ist, hängt an dieser in einem Drahtdreieck, dessen Enden auf dem oberen Rande des äusseren Bechers aufliegen. Der Boden des ersteren ist dadurch etwa 1 *cm* weit von dem des letzteren entfernt, was nothwendig ist, um die Strömungen der Flüssigkeit im äusseren Becher nicht zu behindern, sowie auch um eine unmittelbare Einwirkung der Flamme auf das innere Gefäss auszuschliessen.

Der Apparat wird einfach auf einem engmaschigen Drahtnetze erhitzt. Um das ziemlich lange Gefäss vor dem Umfallen zu schützen, ist um seinen oberen Theil ein eiserner Ring gelegt (s. die Figur), welcher seinerseits an einem Stativ befestigt ist, auf dessen tellerförmigem Fusse zugleich wieder der das Gefäss tragende Dreifuss steht, so dass das Ganze dadurch nicht nur eine grosse Standfestigkeit erlangt, sondern sich zu gleicher Zeit auch leicht hin und her bewegen lässt. Um endlich noch eine zu harte Berührung zwischen dem Eisenring und der dünnen Glaswand zu verhüten, wird zwischen beide etwas Asbestpappe geklemmt.

Ein Zerspringen des Gefässes in Folge der Erhitzung ist bis jetzt nicht vorgekommen, trotzdem wegen der grossen zu erwärmenden Flüssigkeitsmasse zur Erreichung höherer Temperaturen oft derartig untergeheizt werden musste, dass das ganze Drahtnetz rothglühend war.[2])

Die zu vergleichenden Thermometer werden so aufgehängt, dass die Gefässe derselben in dem inneren Becher möglichst nahe bei einander sind und vor allen Dingen nicht die Wand des letzteren berühren. Als Aufhängevorrichtung wende ich Stäbe an, die — jeder mit einer besonderen Klemmschraube — sämmtlich an demselben Stativ befestigt sind, das seinerseits wieder auf einem vom Prüfungsgefäss vollständig getrennten Untersatz steht, so dass sich also einestheils jedes Thermometer für sich allein in der Flüssigkeit beliebig hin und her bewegen lässt und anderentheils alle zusammen von einer etwaigen Beschädigung des Prüfungsgefässes nicht in Mitleidenschaft gezogen werden.

Ausser den im inneren Becher befindlichen, zu vergleichenden Thermometern hat man stets noch eines in die äussere Flüssigkeit zu senken, um nach dessen Angaben die Wärmezufuhr zu regeln.

Dies letztere ist durchaus nicht schwierig und zwar am allerwenigsten bei höheren Temperaturen, da dann selbst grössere Veränderungen in der Flammenstärke immer nur kleine in der Temperatur der gesammten Flüssigkeitsmasse

[1]) Dieses Oel hat vor den sonst vielleicht in Frage kommenden Bädern (Mineralöl, Paraffin, Glyzerin) den Vorzug, dass es erst über 300° in stärkerem Maasse zu verdampfen anfängt, während die anderen Substanzen schon um 200° herum unerträglich werden. Etwas störend ist nur die Färbung des Leinöls, die noch dazu mit der Zeit immer dunkler wird; auch entflammt es sich bei etwa 400°.

[2]) Eine mir zuerst völlig räthselhafte Erscheinung trat mehrmals ein, wenn der Apparat längere Zeit mit Wasser von höherer Temperatur gearbeitet hatte. Das innere Gefäss nämlich, welches doch vor plötzlichen Temperaturänderungen völlig geschützt war, bekam dann in seinem unteren Theile bei der Umbiegung einen oder mehrere, ja einmal sogar zahllose Sprünge. Die Entstehung derselben dürfte wohl daher rühren, dass das heisse Wasser die Aussenwand jenes Gefässes stark angreift — thatsächlich löst sich ja Glas in heissem Wasser sehr merklich —; und da es nun gerade die äusserste Schicht eines Glasgefässes ist, welche durch ihre Spannung dem Ganzen Form und Halt giebt, so wird, wenn diese abgelöst ist, häufig eine Formveränderung und damit natürlich ein Zerspringen des Gefässes vorkommen müssen. In anderen Flüssigkeiten als Wasser ist bisher nichts derartiges eingetreten, trotzdem damit viel höhere Temperaturen erreicht wurden.

hervorbringen. Auch ist es ein leichtes, durch entsprechendes Einstellen der Flamme die Temperatur der inneren Flüssigkeit in jeder beliebigen Höhe beliebig lange innerhalb 1 bis 2 Zehntel eines Grades festzuhalten, so dass man also, wenn es nöthig erscheinen sollte, eine beliebig grosse Anzahl von Ablesungen an derselben Stelle vornehmen kann. Man wird jedoch bald finden, dass die einzelnen Ablesungen, selbst wenn die Temperatur im Innenrohre noch lange nicht ihre höchste Beständigkeit erreicht hat, sich trotzdem fast niemals von den endgiltigen Werthen unterscheiden; und wenn daher nur ein oder zwei Instrumente zu prüfen sind und es nicht gerade auf die äusserste Genauigkeit ankommt, so kann man diesen Umstand benutzen, um eine solche Prüfung sehr schnell zu erledigen. Man braucht dann nämlich nicht erst zu warten, bis die Temperatur ganz konstant geworden ist, sondern man wird dann nur den Anstieg der Temperatur durch vorheriges Reguliren der Flamme derartig beschränken, dass er an der Stelle, wo man gerade prüfen will, etwas langsamer von statten geht, um dann später, wenn man die gewünschte Zahl von Ablesungen gemacht hat, wieder stärker unterzuheizen.

Dass der Apparat in Bezug auf die Sicherheit des schliesslichen Resultates — und dies ist natürlich die Hauptsache — den Siedegefässen nichts nachgiebt, davon überzeugte mich zwar schon die vollkommene Uebereinstimmung der Resultate, welche sich beim wiederholten Vergleich derselben Thermometer ergaben[1]), indessen glaubte ich doch, mich darüber auch noch dadurch beruhigen zu müssen, dass ich dieselben beiden Instrumente zunächst in meinem Apparate und dann in einem Rudberg'schen Siedegefässe bei verschiedenen Temperaturen verglich, und zwar kamen dabei in letzterem die folgenden Substanzen zur Anwendung: Aceton (56°), Alkohol (78°), Wasser (100°), Amylalkohol (130°) und Terpentin (160°). Durch diese Versuche wurde nun nicht bloss die vollkommene Zuverlässigkeit der im Doppelbecher gewonnenen Ablesungsresultate erwiesen, sondern es stellte sich dabei zugleich auch noch die überraschende Thatsache heraus, dass das Rudberg'sche Gefäss — wenigstens in seiner jetzigen Gestalt — schon bei Temperaturen von wenig mehr als 100° zu einer genauen Prüfung von Thermometern überhaupt nicht mehr brauchbar ist, eine Thatsache, welche durch die in der folgenden Abhandlung zu besprechenden Erscheinungen ihre Begründung finden wird.

Allerdings hat auch der Doppelbecher seinen Uebelstand, aber derselbe hat mit der Genauigkeit der Ablesungen nichts zu thun, sondern besteht nur darin, dass es schwierig, ja vielleicht unmöglich ist, bei ganz gefülltem Gefässe die grosse Flüssigkeitsmasse desselben auf höhere Temperaturen zu bringen. Schon zur Erzielung des heissesten Bades, welches ich unter diesen Umständen bisher darin erzeugen konnte und welches etwa 210° betrug, war es nicht nur nothwendig, mit einer sehr starken Flamme — etwa gleich 12 einfachen Bunsenbrennern — unterzuheizen, sondern es musste auch das ganze Gefäss, mit Ausnahme eines kleinen Loches zum Ablesen, möglichst sorgfältig mit Asbestpappe umhüllt werden. Man könnte eine höhere Temperatur vielleicht noch dadurch erreichen, dass man das ganze Gefäss mit Drahtnetz umgiebt und dann in verschiede-

[1]) Es verdient hier noch einmal hervorgehoben zu werden, dass dabei die verglichenen Instrumente, auch wenn sie sich viele Stunden lang in höheren Temperaturen befunden hatten, auch nach der Abkühlung immer wieder genau dieselben Angaben wie vorher machten, ein Fall, der beim Siedegefäss fast niemals vorkommt.

nen Höhen mit Flammenringen erhitzt, indessen dürfte es sich auch aus andern Gründen mehr empfehlen, den Thermometern für höhere Temperaturen, und zumal den genauen Normalen, eine im Verhältniss zur Höhe der Temperatur abnehmende Länge zu geben, so dass dann natürlich auch die Prüfung im Doppelbecher stets mit den einfachsten Mitteln zu erreichen ist.

Endlich ist noch eine Vorsicht zu erwähnen, die man bei Anwendung dieses Gefässes zu beobachten hat. Dieselbe besteht darin, dass man niemals Ablesungen vornehmen darf, wenn die Temperatur im innern Becher schon längere Zeit im Abnehmen begriffen war. Es ist nämlich klar, dass bei fortschreitender Abkühlung des Flüssigkeitsbades in den unteren Theilen desselben ganz von selbst eine Ansammlung von kälteren Schichten stattfinden muss, und dass sich daher für die einzelnen Thermometer, wenn ihre Gefässe nicht genau in gleicher Höhe hängen, dauernde Temperaturunterschiede einstellen müssen, welche ihrer Beständigkeit wegen leicht zu Irrthümern Veranlassung geben können. Man überzeugt sich leicht durch einen Versuch, dass diese Unterschiede von ganz bedeutender Grösse werden können — in dem 50 *cm* langen Gefäss war bei ruhigem Abkühlen der erhitzten Flüssigkeit die Temperatur oben oft 5° höher als unten — und es hat auch hier offenbar der innere Becher vor dem äusseren durchaus keinen Vorzug.

II. Eine Fehlerquelle bei Quecksilberthermometern.

Bei Temperaturmessungen, welche auf die letzte Genauigkeit Anspruch machen sollen, hat man bekanntlich das Herausragen des Quecksilberfadens aus der zu messenden Flüssigkeit soviel wie möglich zu vermeiden. Dies war natürlich bei dem in vorstehender Abhandlung beschriebenen Gefässe sehr einfach dadurch zu erreichen, dass man dasselbe stets soweit mit der Heizflüssigkeit füllte, dass sämmtliche zu vergleichenden Thermometer von vornherein mindestens bis zum obersten in Frage kommenden Striche der Theilung davon bedeckt waren.

Da nun aber die Instrumente in meinem Falle meistens eine sehr grosse Länge hatten, so hielt ich, um nicht zu grosse Flüssigkeitsmassen erhitzen zu müssen, ein noch weiteres Hineintauchen derselben zunächst nicht für nöthig, wurde jedoch, als ich zuerst in einem mit Glyzerin gefüllten Gefässe zu Temperaturen von 150° und darüber hinaufging, sofort eines besseren belehrt. Es offenbarte sich nämlich bei diesen Versuchen eine Fehlerquelle unserer Quecksilberthermometer, deren Vorhandensein zwar, wie ich nachträglich fand, schon einmal vorübergehend bei einer Temperatur von 100° von Wiebe und Böttcher[1]) bemerkt worden ist, auf deren ganz beträchtlichen Einfluss bei nur wenig höheren Wärmegraden jedoch bisher noch Niemand die Aufmerksamkeit gelenkt haben dürfte.

Das Quecksilber der Thermometer destillirt nämlich bei der oben beschriebenen Aufhängungsart derselben in solchen Temperaturen mit einer ganz erstaunlichen Schnelligkeit in den oberen, luftleeren Theil der Kapillare hinauf, und zwar beispielsweise bei 180° schon so schnell, dass sich in einer halben Stunde an jener Stelle eine Quecksilbermenge absetzte, welche einer Fadenlänge von etwa dreissig ganzen Graden des Thermometers gleichkam.

[1]) Wiebe und Böttcher, *diese Zeitschr. 1890. S. 25.*

Man wird sich fragen, wie es möglich ist, dass eine so stark in die Augen fallende Erscheinung nicht schon längst bekannt und gewürdigt ist. Die Erklärung dieser Thatsache dürfte vielleicht darin zu suchen sein, dass man sich bisher bei Thermometerprüfungen fast ausschliesslich des Rudberg'schen Siedegefässes bediente, bei welchem allerdings jene Erscheinung aus einem einfachen Grunde erst bei viel höheren Temperaturen und dann auch noch in ganz anderer Form auftritt. Bei diesem Gefässe nämlich ist man wegen der Undurchsichtigkeit seiner Metallwände gezwungen, stets einen kleinen Theil der Quecksilbersäule aus dem Prüfungsbade herausragen zu lassen, und dieser kleine kältere Faden zusammen mit dem in dem Kork des Deckels sitzenden Stücke ist es eben, welcher das Destilliren des Quecksilbers bis zu Temperaturen von über 200° fast vollständig verhindert.

Thatsächlich sind ja nach den Versuchen von Hertz[1]) die Spannungen des Quecksilberdampfes bei 180 und 200° erst gleich dem Druck einer flüssigen Quecksilbersäule von bezw. 9,23 und 18,26 *mm*, so dass also bei diesen Temperaturen schon aus diesem Grunde ein verhältnissmässig kleiner herausragender Faden genügen muss, um die Destillation des darunter befindlichen heisseren Quecksilbers so gut wie unmöglich zu machen. Ausser diesem Druck des darüber lagernden flüssigen Quecksilbers hat nun aber der nach oben drängende Quecksilberdampf auch noch die Kohäsion jener Flüssigkeitstheilchen untereinander oder ihre Adhäsion an die Glaswand zu überwinden, Molekularkräfte, die hier wegen der Enge der Röhre von nicht zu unterschätzendem Einflusse sind, um so mehr als ja auch die in Frage kommende Spannkraft des Quecksilberdampfes selbst noch einen so äusserst geringen Werth hat.

Allerdings findet die in Rede stehende Destillation, wie ich mich durch spätere Versuche überzeugt habe, trotz alledem auch bei dem Rudberg'schen Apparate schon weit unter 200° statt, und zwar wahrscheinlich deshalb, weil hier ja auch der herausragende Faden dann schon eine ziemlich hohe Temperatur hat; indessen ist in diesen Fällen die hinaufdestillirte Quecksilbermenge doch noch so geringfügig, dass es nicht zu verwundern wäre, wenn dieselbe in den meisten Fällen übersehen wurde. Ich selbst erinnere mich, früher schon häufiger zu meiner Verwunderung in dem oberen Vakuum, selbst von Thermometern, die nur bis 100° gingen, kleine Quecksilbertröpfchen gesehen zu haben, ohne mir jedoch erklären zu können, wie dieselben dorthin gekommen waren, und ohne auch nur im geringsten an eine Destillation gedacht zu haben.

Die Erscheinung andererseits, welche man beim Gebrauch von Thermometern in höheren Temperaturen schon längst beobachtet und als das „Reissen“ oder „Theilen“ des Quecksilberfadens bezeichnet hat, und welche selbstverständlich nur bei herausragendem Faden auftreten kann, bietet, trotzdem sie natürlich auf ganz dieselbe Ursache zurückzuführen ist, dennoch dem langsamen und gleichmässigen Abdestilliren des Quecksilbers gegenüber einen so verschiedenartigen Anblick dar, dass auch von hier aus schwerlich jemand durch blosses Nachdenken auf die grosse Bedeutung des letzteren kommen konnte.

Eine solche Theilung des Quecksilberfadens findet nämlich, wie es nach den angeführten Gründen ja auch erklärlich ist, gewöhnlich erst bei Temperaturen von weit über 200° statt. Die Theilungstemperatur hängt natürlich wesent-

[1]) H. Hertz, *Abhandl. der physik. Gesellschaft zu Berlin*, *1882. No. 10.* (s. auch Landolt's *Tabellen. S. 58.*)

lich von der Länge des herausragenden Fadens ab, so dass man dieselbe aus dieser Länge unter Zuhilfenahme einer Tabelle der Dampfspannungen des Quecksilbers annähernd im voraus berechnen kann. Man wird hierbei jedoch finden, dass die wirkliche Theilungstemperatur stets etwas höher liegt als die vorausberechnete, was sich eben daraus erklärt, dass der sich unten entwickelnde Quecksilberdampf ausser dem Druck der darüber lagernden flüssigen Quecksilbersäule auch noch eine Reihe von Molekularkräften zu überwinden hat, die wegen der Enge der Röhre nicht unbedeutend sind. Andererseits wächst aber die Spannkraft des Quecksilberdampfes über 200° so schnell, dass sie bald auch den Druck des längsten Fadens zu überwinden vermag, so dass derselbe schliesslich bei einer bestimmten Temperatur durchreisst und nun von den sich stärker entwickelnden Quecksilberdämpfen mehr oder weniger schnell bis in den obersten Theil der Kapillare hinaufgetragen wird. Ist der herausragende Faden sehr lang, so tritt eine Theilung desselben meistens gar nicht mehr ein, sondern die ganze Quecksilbermasse des Thermometers wird dann durch den sich im Gefässe selbst entwickelnden Quecksilberdampf in die Höhe gedrückt.

Taucht man aber den Quecksilberfaden vollständig in die Heizflüssigkeit hinein und lässt das obere, luftleere Ende der Kapillare in die Luft hinausragen, so ist der Vorgang ein ganz anderer: es findet eine regelrechte Destillation statt und zwar, theoretisch betrachtet, offenbar stets, wenn die Temperatur des Quecksilbers höher ist als die der Glaswände des darüber liegenden Vakuums. Dieser Fall hat nun aber offenbar bei sehr vielen bisher angestellten Temperaturmessungen vorgelegen, und man kann daher nicht ohne einige Beklemmung an die vielleicht dadurch auf allen Gebieten der Physik veranlassten Fehler denken, zumal eine nachträgliche Korrektion derselben vollkommen ausgeschlossen ist. Bis zu welcher Grösse diese Fehler bei den verschiedenen Temperaturen anwachsen können, mag aus den folgenden Beispielen entnommen werden.

Unser ärztliches Normalthermometer, welches wohl niemals über 41° erhitzt worden war und wegen der Länge seiner Skale auch überhaupt nicht über $44^1/_2$° erhitzt werden konnte, war bei den zahlreichen danach angestellten Prüfungen immer derartig befestigt gewesen, dass das scheinbar nicht in Frage kommende, über 42° liegende Stück der Kapillare aus dem Wasserbade hervorragte. Thatsächlich fand sich denn auch bei genauerem Hinsehen in dem obersten Ende derselben ein ganz kleiner Quecksilbertropfen, welcher offenbar im Verlaufe der Prüfungen hinauf destillirt war, ohne dass Jemand ihn bisher bemerkt hatte. Freilich war der Werth desselben nur 1 bis 2 hundertstel eines Grades, und er konnte daher die Prüfungsbescheinigungen, die auf Zehntel des Grades abgerundet wurden, nicht wesentlich beeinflussen; indessen dürfte doch gerade dieses Beispiel von besonderem Interesse sein.

Bei Temperaturen von 60° kann man durch solche Destillation schon im Verlaufe weniger Stunden eine Quecksilbermenge von einigen hundertsteln eines Grades nach oben befördern, und wie schnell der Vorgang sich zwischen 80 und 90° vollzieht, möge das folgende genauere Beispiel zeigen. Die drei von unter Null bis etwas über 100° getheilten, über 50 *cm* langen Fuess'schen Thermometer 212, 301, 302, das erste in zehntel, die beiden letzteren, übrigens fast gleichen, in fünftel Grade getheilt, wurden in einem der langen Gefässe meines Doppelbechers ungefähr 20 Stunden lang in einem Wasserbade von 86 bis 90° C. so aufgehängt, dass der ganze Quecksilberfaden stets unter Wasser war, von dem

übrigen, luftleeren Theil der Kapillare dagegen ein Stück herausragte. In diesem letzteren sah man sich im Laufe der Zeit in mehreren, immer grösser werdenden Tropfen eine Quecksilbermenge nun niederschlagen, deren schliessliche Grösse, in Graden gemessen, dadurch festgestellt wurde, dass ich die drei Thermometer bei gewöhnlicher Temperatur mit einem vierten, nicht mit erwärmtem Instrumente zweimal verglich, und zwar zuerst in dem Zustande, wie sie aus dem Bade gekommen waren, und dann, nachdem ich das hinaufdestillirte Quecksilber wieder mit der übrigen Masse desselben hatte zusammenfliessen lassen. Die Ablesungen, in Graden Celsius, waren die folgenden:

I. Das abdestillirte *Hg* sitzt noch oben.

Normal	212	301	302
23,52	23,44	23,26	23,14
23,53	23,45	23,26	23,16
Mittel: 23,53	23,45	23,26	23,15
Unterschied vom Normal:	— 0,08	— 0,27	— 0,38

II. Das ganze *Hg* ist wieder unten.

Normal	212	301	302
24,08	24,22	24,08	24,06
24,10	24,22	24,08	24,06
Mittel: 24,09	24,22	24,08	24,06
Unterschied vom Normal:	+ 0,13	— 0,01	— 0,03
„ v. d. Angabe I:	+ 0,21	+ 0,26	+ 0,35

Die drei erhitzten Thermometer hatten also danach beim ersten Vergleich in Folge des oben hinauf destillirten und also unten fehlenden Quecksilbers bezw. um $0^\circ,21$, $0^\circ,26$ und $0^\circ,35$ zu niedrig gezeigt, was für jede Stunde ihres Verweilens im Bade ungefähr 0,01 bis 0,02° ausmacht.

Bei Temperaturen von etwas über 100° geht die Destillation schon so schnell vor sich, dass bald selbst ein genaues Ablesen nicht mehr möglich ist, und man also unbedingt genöthigt wird, auf Abhilfe zu denken. Hier bieten sich nun zwei Wege: entweder man füllt die Kapillare über dem Quecksilber mit einer Gasatmosphäre und erschwert dadurch die Verdampfung des ersteren, oder man taucht das zu prüfende Thermometer stets soweit in die Heizflüssigkeit hinein, dass die ganze Kapillare, einschliesslich ihres oberen, nicht vom Quecksilber erfüllten Theiles, davon bedeckt wird. Das erste Auskunftsmittel ist bisher schon vielfach bei Thermometern, welche für höhere Temperaturen bestimmt waren, zum Verhindern des oben erwähnten Durchreissens des Quecksilberfadens angewendet worden, und es scheint sich auch bei den Versuchen von Wiebe[1]), sowie nach einigen von mir, speziell mit Rücksicht auf etwaige Destillationserscheinungen angestellten Versuchen sehr gut zu bewähren; indessen glaube ich doch, dass die letztere Art der Vermeidung jener Fehlerquelle nicht nur theoretisch besser ist, insofern nämlich dadurch die einheitliche Konstruktion der Thermometer gewahrt wird, sondern dass dieselbe auch in der Praxis weniger zu Unzuträglichkeiten führen dürfte.

Nach allem nämlich, was man über die Verdampfung von Flüssigkeiten weiss, dürfte trotz der über dem Quecksilber befindlichen Gasatmosphäre eine Verdampfung des letzteren doch noch nicht vollkommen ausgeschlossen sein; wäre aber erst einmal ein Tropfen Quecksilber in den obersten Theil der gashaltigen Kapillare hinaufgelangt, so würde eine Vereinigung desselben mit der übrigen

[1]) Wiebe, *diese Zeitschr. S. 207 (1890).*

Quecksilbermasse, die ja in einem luftleeren Thermometer so einfach ist, ohne eine Verletzung des Instrumentes überhaupt nicht mehr möglich sein.

In vielen Fällen freilich wird es ja nicht möglich sein, das ganze Thermometer unterzutauchen und dann kann man sich natürlich mit einer Stickstofffüllung behelfen, aber für wissenschaftliche Normalinstrumente scheint mir dieselbe aus den erwähnten Gründen nicht angebracht, zumal da man ja auch in dem in voriger Abhandlung beschriebenen Apparate ein Mittel hat, um auch luftleere Thermometer bis zu den höchsten Temperaturen hinauf mit vollkommener Sicherheit zu prüfen. Auf jeden Fall dürfte es wohl erwünscht sein, wenn bezüglich dieser letzteren Frage die Physikalisch-Technische Reichsanstalt eine Entscheidung träfe.

Hamburg, Physik. Staatslab., Juli, 1892.

Neues System einer leichten Kompassrose.[1])

Von

Dr. **P. J. Kaiser** in Leiden.

Soll ein Kompass an Bord mit Zuverlässigkeit gebraucht werden können, so muss er vielen Bedingungen genügen, die man in den letzten Jahren erst sowohl theoretisch als praktisch kennen gelernt hat.

Die Aufgabe eines Kompasses ist, unter allen Umständen, in welche ein Seeschiff während der Fahrt gerathen kann, die Richtung des magnetischen Meridians anzuzeigen. Unglücklicherweise sind die Umstände oftmals so ungünstig, dass die meisten der bekannten Kompasse dieser Aufgabe nicht entsprechen können. Theoretische Untersuchungen am Lande und praktische an Bord haben ergeben, dass man bei der Zusammenstellung des Kompasses auf folgende Eigenthümlichkeiten zu achten hat.

Das Verhältniss des magnetischen Momentes der Rose zu ihrem Gewicht und das Verhältniss des Trägheitsmomentes in Bezug auf die zu ihrer Ebene senkrechte Axe zu dem Gewicht der Rose muss so gross als möglich sein, während gleichzeitig das Gesammtgewicht der Rose sehr klein sein soll.

Bei den jetzt bestehenden leichten Kompassrosen hat man den beiden letzten Bedingungen wohl genügen können, aber auf Kosten des magnetischen Richtungsvermögens. Dass eine leichte Kompassrose mit sehr kleinem magnetischen Moment durch Reibung an dem Stift, an den Lufttheilchen im Gehäuse und durch andere Ursachen leicht gestört werden kann, ist augenscheinlich, und auf dem Meere kann dieser Fehler an Bord von eisernen Schiffen an Stellen, wo die Horizontalintensität der Erde zum grossen Theil in Folge von Induktion in dem umgebenden weichen Eisen aufgehoben wird, hinderlich sein. An Bord von eisernen Schiffen ist es somit vor allem wünschenswerth, Kompassrosen mit grossem magnetischen Moment zu gebrauchen.

Um den bestehenden Uebelständen bei den mir bekannten leichten Kompassrosen abzuhelfen, habe ich einen Kompass konstruirt, der nach meiner Meinung

---

[1]) Die nachstehende Mittheilung ist bereits in der holländischen Zeitschrift *Natuur.* **12.** *S. 109* (*1892*) erschienen und wird auf Ersuchen des Herrn Verfassers ausnahmsweise in Uebersetzung voll abgedruckt.

den drei gestellten Bedingungen vollkommen genügt und obendrein den Vortheil hat, sehr wohlfeil zu sein. Die folgende Beschreibung zeigt seine Einrichtung.

Zwischen zwei theils aus Stahlband theils aus Kupferband von gleichen Dimensionen verfertigten Ringen wird ein Stück Seide gepresst, worauf zuvor mittels lithographischen Druckes eine Windrose abgebildet ist.

Ist dies gut ausgeführt, so erhält man einen metallenen Ring mit Seide bespannt, der vollkommen kreisrund ist. Die Stahltheile der Ringe bilden nach dem Magnetisiren die Magnetnadel im strengen Sinne; die Kupfertheile derselben werden so lang genommen, dass die Pole der Aussenmagnete 24°, die der Innenmagnete 96° von einander entfernt sind. Die Nord-Südlinie der Windrose muss natürlich grade in der Mitte der bogenförmigen Stahltheile gelegen sein. In dem Mittelpunkt der Ringe ist ein Kompasshütchen aus Saphir angebracht. Die Rose muss nun magnetisirt werden; dies geschieht mit Hilfe eines gewöhnlichen künstlichen Magneten in der allgemein bekannten Weise.

Die Kompassrose enthält nach dem Magnetisiren 2 Süd- und 2 Nordpole in beiden Ringen, die in den oben angegebenen Abständen von einander liegen, also 8 Magnetpole in solchen Abständen, dass ganz der Theorie von Evans für Magnetnadeln von grosser Länge genügt wird. Bekanntlich kann eine Abweichung von den Vorschriften, die Evans gegeben hat, bei Gelegenheit von grossen quadrantalen Abweichungen an Bord: sextantale, oktantale und dekantale Fehler entstehen lassen, wenn man weiches Eisen in geringer Entfernung anbringt, was nothwendig ist, wenn man die Grösse derselben einigermaassen verkleinern will oder muss.

Es braucht wohl nicht erwähnt zu werden, dass, wie einfach die Konstruktion der Kompassrose nach dieser Beschreibung auch ist, doch eine geübte Hand erforderlich ist, sie den Anforderungen entsprechend zu verfertigen. So muss der Seide etwas Spielraum gelassen werden, weil bei steigender Temperatur der Stoff etwas einläuft, und die Ringe ihre Form dadurch verändern können, wenn die Seide sich nicht frei bewegen kann. Ausserdem müssen die Ringe in einem bestimmten Abstand unter dem Drehpunkt liegen, damit die Trägheitsmomente in Bezug auf alle Axen gleich sind. Man kann leicht einsehen, dass die Trägheitsmomente in Bezug auf die Axen in der Ebene der Ringe in Folge der Konstruktion gleich sein müssen, wenn man beachtet, dass das spezifische Gewicht von gewalztem Kupfer nicht viel von dem des Stahls verschieden ist.

Um die Seide mehr von den Temperatureinflüssen zu befreien und widerstandsfähiger gegen Feuchtigkeit zu machen, wird sie paraffinirt und darnach auf besondere Weise präparirt, so dass der Stoff, der durch Paraffin durchsichtig wird, wieder ein nicht durchscheinendes mattweisses Aeussere bekommt.

Bei der Niederländischen Marine und Kauffahrteiflotte sind bereits mit meinem Kompass Proben ausgeführt, die günstig ausgefallen sind. Ein Vergleich der Rose mit den bestehenden von Thomson, Hechelmann und Anderen, kann — soweit die hier besprochenen Bedingungen betroffen werden — unter Benutzung der Angaben des Werkes *„Der Kompass an Bord“*, herausgegeben von der „Deutschen Seewarte“ (S. 63) gegeben werden. Die folgende Tabelle giebt die Uebersicht:

System	Fabrikant	Durchmesser in *mm*	Gewicht in Gramm	Magn. Moment / Gewicht	Trägheits-Moment / Gewicht	Schwingungs-Zeit
Thomson	White	254	12,0	0,157	10,38	19,1
Thomson	Harry	250	13,4	0,232	9,65	15,2
Thomson-Ludolph	Ludolph	252	20,5	0,097	7,95	21,2
Hechelmann............	Hechelmann	255	42,6	0,166	10,97	19,2
Hechelmann-Thomson ..	Hechelmann	255	16,5	0,272	13,57	16,5
Kaiser	Olland	246	16,5	0,476	13,27	12,4

Wie man sieht, überwiegen meine Kompassrosen in dem magnetischen Richtungsvermögen, und das Verhältniss des Trägheitsmomentes zum Gewicht hat nahezu sein Maximum bei sehr kleinem Totalgewicht erreicht.

Kompasse nach meinem System in den angeführten Dimensionen werden von Herrn Olland, Mechaniker zu Utrecht, für den Preis von 18 Gulden geliefert, in kleineren Maassen sind sie verhältnissmässig billiger. Die anderen oben genannten Kompasse kosten wenigstens zweimal mehr.

Für unsere Kriegsmarine und unsere Kauffahrteischiffe sind bereits etwa 150 Kompasse nach meinem System geliefert und angefertigt. Sie sind von verschiedenen Dimensionen, die grössten haben einen Durchmesser von 246 und die kleinsten von 163 *mm* bei einem Gewicht von 16,5 bis 5,5 *g*. Alle sind von dem genannten Mechaniker verfertigt, dem ich die Ausführung übertragen habe, nachdem ich ihn mit den Vorsichtsmaassregeln, die beobachtet werden müssen, bekannt gemacht habe.

Der Kompass ist in Frankreich, England, Deutschland und Amerika zum Patent angemeldet.

Die Einführung meines Kompasses bei der Niederländischen Marine ist im Prinzip angenommen, und es ist beschlossen, dass sie in dem Maasse geschieht, als der Bestand an schweren, nach dem alten englischen System verfertigten Kompassen der Erneuerung bedarf.

In Deutschland sind einige Kompassrosen nach meinem System der Seewarte zu Hamburg und der Kaiserlichen Marine zur Prüfung gegeben, und auch dort glaubt man, dass die Grenze erreicht ist, zu der man unter Beachtung der theoretisch erforderten Bedingungen kommen kann. Die Erfahrungen an Bord sollen mir später mitgetheilt werden.

Es liegen bereits einige praktische Prüfungen mit meiner Kompassrose vor. In einem Schreiben vom 4. August 1890 theilt mir Herr L. Roosenburg, Direktor der Filial-Einrichtung des Meteorologischen Instituts zu Amsterdam, das Urtheil mit, das Herr Harten, Kommandant des Dampfschiffes „Prinses Amalia“ der Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Niederland“ ausgesprochen hat: „Da die Rose des Steuerkompass, hauptsächlich beim Arbeiten der Maschine, sehr unruhig war, so habe ich an ihrer Stelle eine Rose von Dr. Kaiser verwendet. Diese letzte nun funktionirt ausgezeichnet, und bewegt sich beim Arbeiten der Maschine noch keinen $^1/_4$ Strich; darum soll diese Rose auf dem Steuerkompass im Gebrauch bleiben.“

Am 17. November 1890 schreibt Herr Roosenburg mir: „Aus einem Ge-

spräch mit Herrn Harten, Kommandant der „Prinses Amalia“ ersehe ich, dass die von ihm gebrauchte Kompassrose, nach Ihrem System, von Olland verfertigt, ausgezeichnet funktionirt hat. Ausser in dem Steuerkompass, wo die Rose fortdauernd gebraucht wird, ist sie auch auf dem Vorbrückenkompass gebraucht worden, als die Umstände sehr ungünstig waren, so dass die darauf liegende frühere Rose ganz unbrauchbar war. Ich lasse hier einen Auszug, wie er über die Rose im Kompassjournal vorkommt, folgen.

1) 25. Juli 1890. Frischer NO.-Wind, hohe See, Schlingern des Schiffes. Da die Rose von dem Steuerkompass vor Allem beim Arbeiten der Maschine sehr ungünstig war, wurde sie mit einer Rose von H. Olland, System Dr. Kaiser, im Gewicht von 25,5 *g* vertauscht. Diese Rose war ruhig.

2) 17. Oktober 1890. Bei diesem Kurs wurde beim Steuerkompass bemerkt, dass während des Arbeitens der Maschine die Abweichungen des Kompasses 3 Grad weniger waren als beim Stillstand der Maschine. Diese Rose blieb sehr ruhig.

3) 25. Oktober. Bei sehr unruhigen Rosen und beim Arbeiten der Maschine, wobei die Rose im Vorbrückenkompass 6 bis 8 Striche ausschlug, wurde auf diesen Kompass die Rose von H. Olland, System Dr. Kaiser gelegt; sie schlug nur $^1/_2$ bis $^1/_4$ Strich aus. Nach einer Probe von 2 Stunden, während die Maschine fortarbeitete, und sie gleich gut funktionirte, wurde sie wieder auf den Steuerkompass gelegt; dies spricht wohl für die guten Eigenschaften der Rose. Aeusserlich war an der Rose nichts zu sehen, dass sie eine Reise nach Indien gemacht hatte.“

Am 5. Dezember 1890 schreibt mir Herr Roosenburg: „Zu meinem Verdruss hat man die Rose an Bord des Dampfschiffes „Prins van Oranje“ nicht so gut beobachtet als auf der „Prinses Amalia“. Der Grund hierfür war, dass man noch an dem schlechten System, nach einer Rose mit Zeiger zu steuern, festhält; ein Zeiger war aber hier nicht bequem anzubringen. Doch war man auch hier an Bord mit der Ruhe der Rose sehr zufrieden, so sehr, dass es zweimal vorkam, dass diese Rose auf den Steuerkompass gelegt werden musste, weil die anderen zu unruhig waren.“

Herr Arkenbout Schokker, Direktor der Filial-Einrichtung des Meteorologischen Instituts zu Rotterdam schreibt mir am 1. Mai 1891:

„Jetzt, da die „Veendam“ (Dampfschiff der Amerikanischen Dampfschifffahrts-Gesellschaft) zurück ist, kann ich Ihnen zu meiner grossen Freude mittheilen, dass die Kompassrose nach Ihrem System ausgezeichnet funktionirt hat; sie wurde von dem Kommandanten und den Steuerleuten äusserst gerühmt. Da die Thomson-Rose auf der vorigen Reise schlecht funktionirt hat, so vertauschte der Kapitain sie mit einer alten Rose mit zwei schweren Magneten. Wie zu erwarten, funktionirte diese noch schlechter. Hierauf wurde Ihre Rose geprüft, und diese blieb so ruhig, dass man sich nicht entschliessen konnte, die Thomson-Rose nochmals dagegen zu prüfen, was, wie mir scheint, für einen absolut korrekten Vergleich wünschenswerth gewesen wäre.“

In Bezug auf die Kompassrosen nach meinem System glaube ich noch auf die Artikel der Herren Arkenbout Schokker und Roosenburg verweisen zu müssen, die sich in *No. 6 und 7, Jahrgang 1891* der Monatsschrift *„De Zee“* finden. Beide Artikel zeugen von der Tüchtigkeit der Kompassrose, selbst an Bord von Schiffen, die unter sehr ungünstigen Verhältnissen verkehren.

Die Ergebnisse an Bord unserer Kriegsschiffe mit der Kompassrose sind

ebenfalls günstig; dies folgt aus den Berichten unserer Kommandanten. Vor Allem giebt die Thatsache, dass die Kompassrose an Bord eines Torpedobootes gut funktionirt hat, Sicherheit über ihre guten Eigenschaften. Die Einführung bei unserer Marine kann als Bestätigung hierfür dienen.

Auch auf die Schiffe der Niederländischen Marine „de Ruyter“, „Sumatra“ und andere sind die Rosen zur Prüfung gegeben worden, aber die betreffenden Berichte sind mir noch nicht bekannt. Ich zweifele aber nicht an den guten Erfolgen, die man auch an Bord dieser Schiffe erhalten muss.

Leiden, März 1892.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Notiz über Reinigung des Quecksilbers.

Von Dr. W. Jaeger.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Das in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für Präzisionsarbeiten (zur Darstellung von Normal-Quecksilber-Widerständen, Normalbarometern u. s. w.) bestimmte Quecksilber wird einer besonders eingehenden Reinigung unterzogen, über die hier berichtet werden soll.

Als Rohmaterial findet das aus der Grube zu Idria in eisernen Flaschen bezogene Quecksilber Verwendung, welches sich bekanntlich durch besondere Güte auszeichnet und für die meisten Zwecke nach dem Filtriren direkt zu verwenden ist.

Um etwa noch vorhandene Schwermetalle zu entfernen, wird das filtrirte und getrocknete Quecksilber zunächst einer zweimaligen Destillation im Vakuum unterworfen, wobei besonders darauf gesehen werden muss, dass jede Spur von Fettdämpfen und sonstigen Verunreinigungen, die aus gefetteten Glashähnen oder Kautschukschläuchen stammen könnten, vermieden wird. Aus diesem Grunde wendet man zum Auspumpen des Destillirapparates eine Quecksilberpumpe ohne Hahn an, bei der auch alle Verschlüsse durch Quecksilberdichtungen hergestellt sind; die Verbindung zwischen der Pumpe und dem Destillirapparat besteht ebenfalls nur aus Glas unter Vermeidung von Hähnen. Nach dem Auspumpen wird das ausgezogene Verbindungsrohr abgeschmolzen.

Da möglicherweise in dem durch Destillation gereinigten Quecksilber noch elektropositive Metalle (Alkalien, Zink u. s. w.) enthalten sein können, so erschien es rathsam, das Quecksilber durch Elektrolyse einer weiteren Reinigung zu unterwerfen, wobei die erwähnten Metalle in Lösung bleiben müssen.

Als Flüssigkeit, aus der das Quecksilber niedergeschlagen wird, wählte man eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul, die durch Einwirkung von Salpetersäure auf überschüssiges Quecksilber erhalten wird.

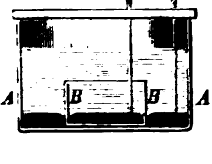




Fig. 1.

Um die Stromdichte möglichst klein zu machen, wurde der Strom auf vier gleich gestaltete Gefässe vertheilt: dieselben bestanden aus einem äusseren Glaszylinder A (Fig. 1) von etwa 19 *cm* Durchmesser und 11 *cm* Höhe, der das als Anode dienende, durch Destillation gereinigte Quecksilber enthielt, und einem kleineren, inneren Glaszylinder B von 9 *cm* Durchmesser und 3 *cm* Höhe.

In dem letzteren steht die als Kathode dienende Platinelektrode a, welche in der aus Fig. 1, unten, ersichtlichen Weise zur Spirale gebogen ist.

Hat sich bereits eine grössere Menge Quecksilber niedergeschlagen, so dass das innere Gefäss damit bedeckt ist, so wirkt die ganze Fläche desselben als Kathode, wodurch die Stromdichte noch verringert wird. In das Queck-

silber des äusseren Gefässes ragt ebenfalls ein Platindraht *b*, der zur Stromzuführung dient und von der Flüssigkeit durch ein Glasrohr isolirt ist. Die Gesammtfläche der Kathode beträgt also bei dieser Anordnung etwa 260 *qcm*, diejenige der Anode etwa 900 *qcm*.

Als Stromquelle benutzte man eine Gülcher'sche Thermosäule von J. Pintsch in Berlin, die bei einem inneren Widerstand von nur 0,4 *Ohm* 3,6 bis 4 *Volt* Spannung besitzt. Durch Einschaltung eines Widerstandes wurde gewöhnlich der Strom auf etwa 1 *Amper* gehalten, während er zeitweise die Stärke von 3 *Amper* erreichte. Auch bei dieser Stromstärke ging die Ausscheidung des Quecksilbers noch gut von statten. (Im letzteren Fall beträgt die Stromdichte etwa 0,012 *Amper* für 1 *qcm* an der Kathode, 0,003 an der Anode; im ersteren Fall nur den dritten Theil hiervon.)

Ein Uebelstand bei dieser Anordnung besteht darin, dass sich nach einiger Zeit auf der Anode (z. Th. basisches) Salz auflagert und schliesslich den Strom ganz unterbricht. Die der Anode benachbarte Flüssigkeit wird nämlich durch Auflösen von Quecksilber immer konzentrirter und diffundirt nur langsam nach oben hin, während der Ueberschuss des Salzes ausfällt.

Durch eine andere Anordnung, etwa in der Art, wie sie die nebenstehende Fig. 2 zeigt, liesse sich dieser Missstand wohl vermeiden. Wenn sich die Anode *a* höher als die Kathode *b* befindet, wird die durch den Strom konzentrirte Lösung durch ihre Schwere nach unten fliessen und die an Salz ärmere Lösung bei *b* verdrängen können, so dass in diesem Fall ein fortwährender Flüssigkeitsstrom vorhanden ist. Bei der oben beschriebenen Einrichtung wurde durch zeitweiliges Umrühren der Flüssigkeit dasselbe erreicht.

Fig. 2.

Die chemische Untersuchung des nach der vorstehenden Methode gereinigten Quecksilbers wurde im chemischen Laboratorium der Reichsanstalt von Herrn Dr. Mylius ausgeführt, welcher darüber folgendermaassen berichtet:

„Zur Auffindung schwerer Metalle in dem durch Elektrolyse gereinigten Quecksilber wurden folgende Versuche ausgeführt.

1) 200 *g* des Materials wurden aus einer kleinen Retorte im Sauerstoffstrom destillirt, wobei einige Milligramme krystallisirtes Oxyd hinterblieben. Dasselbe löst sich völlig in Salpetersäure; die entstandene Lösung, in einem Porzellantiegel verdampft und bis zum Verflüchtigen des Quecksilbers erhitzt, hinterliess keine Spur eines Rückstandes.

2) 200 *g* des Materials wurden bei niedriger Temperatur mit verdünnter Salpetersäure behandelt, so dass noch 2 *g* Metall ungelöst blieben; diesen Rest, welcher das Platin hätte enthalten können, (das event. aus den Elektroden stammte,) wurde isolirt und in einem Porzellantiegel in Salpetersäure gelöst; die Lösung hinterliess bei vorsichtigem Verdampfen und Glühen keinen bemerkbaren Rückstand.

Die Hauptnitratlösung, welche das Quecksilber als Oxydul und Oxyd enthielt, goss man in verdünnte Salzsäure. Das abfiltrirte und mit Wasser ausgewaschene Quecksilberchlorür war vollständig flüchtig; das Filtrat wurde mit Ammoniak versetzt, so lange noch ein weisser Niederschlag von Mercuriammoniumchlorid entstand. Dieser wurde abfiltrirt und mit verdünnter Ameisensäure erwärmt; dabei erfolgte eine Umbildung zu Quecksilberchlorür, welches durch Filtration isolirt wurde und sich als vollständig flüchtig erwies. Das ammoniakalische und das ameisensaure Filtrat wurden vereinigt und durch Eindampfen konzentrirt; die darin vorhandenen Ammoniaksalze der Salpetersäure, Salzsäure und Ameisensäure wurden mit Hilfe von Salpetersäure zerstört und verflüchtigt; es hinterblieb ein kleiner Rückstand, welcher Alkalien, Kalk und Kieselsäure enthielt; dieselben stammten aus den angewandten Glasgefässen. Fremde Metalle, welche das Quecksilber verunreinigen, mussten vorwiegend in diesem Rückstande gesucht werden; die systematische Untersuchung desselben ergab jedoch von fremden Metallen nur noch eine Spur Eisen; von dieser ist es wahrscheinlich, dass sie, wie die schon genannten Stoffe, aus den verwendeten Geräthen stammt.

In 200 *g* des gereinigten Quecksilbers konnte daher mit den gebräuchlichen Methoden der Analyse keine Verunreinigung durch Schwermetalle aufgefunden werden; eine Prüfung auf leichte Metalle, für welche der spektroskopische Weg geeigneter erscheinen würde, bleibt noch vorbehalten.

Das in eisernen Flaschen aus Idria bezogene Quecksilber ist zwar sehr rein, es hinterlässt aber doch nach wiederholtem Filtriren bei dem Verdampfen im Porzellantiegel einen sichtbaren Rückstand".

Charlottenburg, September 1892.

Referate.

Eine neue Gasglühlampe.

Von H. N. Warren. *Chem. News. 65. S. 289. 1892.*

Die Lampe besteht aus einer kugeligen kleinen Glocke, in welche das Gas, ähnlich wie in einen Bunsenbrenner, mit Luft gemischt, eintritt. Es trifft in der Glocke auf einen in eigenthümlicher Weise mit Platin und Zirkon imprägnirten Asbestfaden. Durch das entzündete Gas wird derselbe in helle Weissgluth versetzt. Bei konstanter Gaszufuhr ist es auch möglich, mehrere Lampen aus derselben Gasquelle zu speisen, indem man nur die Gase aus einer Kugel mit Hilfe geeigneter Verbindungsstücke in eine folgende überleitet. *F.*

Eine elektro-mechanische Luftpumpe.

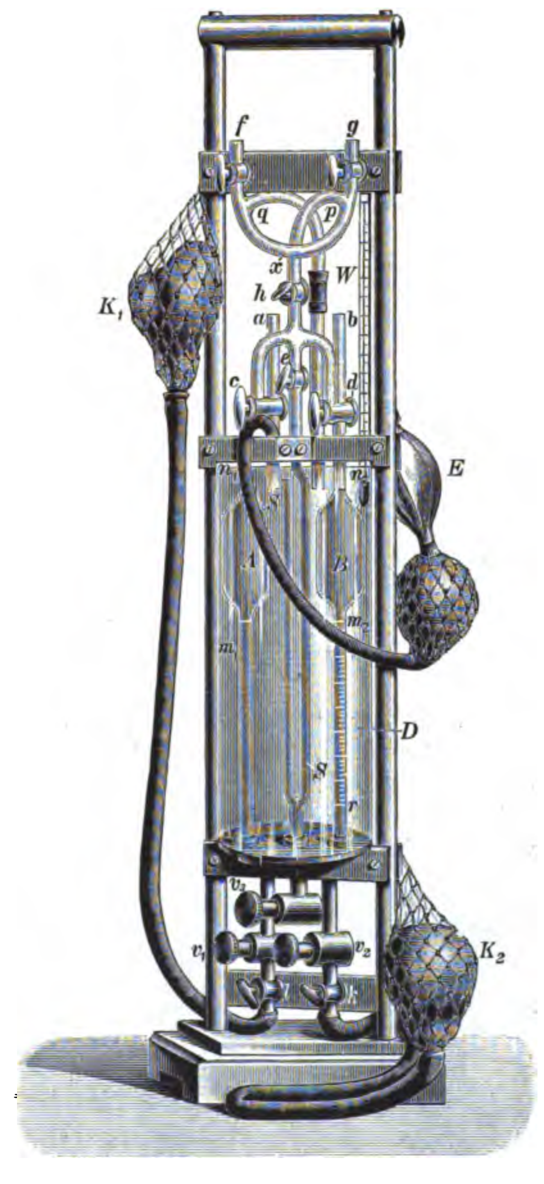
English Mechanic 55. S. 400. (1892) aus „Electrical World".

Zum Auspumpen der Glühlampen werden bekanntlich Quecksilber-Luftpumpen benöthigt. Unter dem obigen Titel wird nun eine von Dittmar und Falkenhausen konstruirte Kolbenluftpumpe beschrieben, die in Amerika nicht nur zur Herstellung eines angenäherten Vakuums, sondern angeblich auch zum Leerpumpen der Glühlampen in Benutzung sein soll. Zu dem ersten Zweck mag sie sehr geeignet sein; es ist aber sehr zu bezweifeln, ob eine derartige Pumpe im Stande sein soll, den ausserordentlich hohen Anforderungen, die an das Vakuum der Glühlampen gestellt werden müssen, zu genügen. Nach den Verbesserungen, welche die automatischen Quecksilberpumpen neuerdings erfahren haben, (vgl. den Aufsatz von Dr. A. Raps *diese Zeitschrift 1891. S. 256.*) scheint es ausserdem zweifelhaft, ob es noch nöthig ist, auf andern Prinzipien beruhende Konstruktionen zu ersinnen.

Die elektro-mechanische Pumpe hat die folgende Einrichtung: Auf einer horizontalen Welle sind an Krummzapfen zwei Kolben befestigt, die sich in den beiden vertikal angeordneten Pumpenzylindern abwechselnd auf und ab bewegen. Oberhalb jedes Zylinders befinden sich zwei Kammern, deren eine mit dem zu evakuirenden Raum, während die andere mit der Atmosphäre in Verbindung steht. Mit den Pumpenzylindern kommuniziren die Kammern durch zwei Kegelventile; das eine derselben, welches mit der Atmosphäre in Verbindung steht, öffnet sich nach oben, das andere nach unten. Die Ventile bilden die Enden von Eisenkernen, welche letztere von Drahtspulen umgeben sind. Auf der Welle der Pumpe ist nun ein einfacher Kommutator befestigt, der jedem Solenoid im richtigen Moment einen elektrischen Strom einer beliebigen Stromquelle zuführt, so dass das Schliessen und Oeffnen der Ventile nicht durch Luftdruck besorgt zu werden braucht, wie bei den gewöhnlichen Ventilluftpumpen; die Ventile der letzteren funktioniren bekanntlich bei zunehmender Verdünnung nicht mehr regelmässig; das elektro-magnetische Öffnen und Schliessen der Ventile erfolgt dagegen ganz automatisch, unabhängig von dem bereits erreichten Vakuum. Die einzelnen Theile der Pumpe sind mittels einer Lage von Papier, das dick mit Asphaltlack bestrichen ist, gedichtet und mit einander verschraubt. Wegen weiterer Einzelheiten muss auf den Originalaufsatz verwiesen werden. *Lck.*

Ein neues Instrument zur Bestimmung von Dampfspannungen bei niedrigen Temperaturen.
Von Klas Sondén. *Meteorolog. Zeitschr.* **9.** *S. 81.* *(1892).*

Die vom Verf. beschriebene Vorrichtung soll vor allem dazu dienen, den Gehalt an Wasserdampf in der Luft zu bestimmen. Es geschieht dies, indem man die zu untersuchende Luft mit Wasserdampf sättigt und die dadurch bewirkte Druckzunahme bei konstantem Volumen oder aber genauer die eintretende Volumenzunahme bei konstantem Drucke misst. Das Prinzip ist also demjenigen des Matern'schen Apparates (*Wied. Ann.* **9.** *S. 147*) ähnlich; die Ausführung ist jedoch eine andere. Dieselbe ist an der Hand der beifolgenden Zeichnung kurz die folgende: A und B sind zwei, von den Marken n_1 bezw. n_2 bis zu den Marken m_1 bezw. m_2 gleichviel fassende Pipetten. Die von B nach unten gehende enge Röhre besitzt zwischen m_2 und r eine feine Theilung, an welcher 0,01% des Pipettenvolums abgelesen werden können. Nach oben laufen die Pipetten in Kapillarröhren aus bis zu den Hähnen c und d; dieselben sind Dreiweg-Hähne und gestatten, die Pipetten mit der äusseren Luft, durch a und b, oder mit den übrigen Theilen des Apparates zu verbinden; durch den Hahn e wird die Verbindung mit dem Manometer S hergestellt; durch denselben Hahn kann der von demselben abgeschlossene Manometerschenkel auch mit der Luft kommuniziren. Der Hahn h führt zu der Kapillare p und durch diese zum Differentialmanometer fgx; die Kapillare q verbindet mit einem in der Zeichnung nicht aufgeführten Kompensatorgefäss, welches durch Phosphorsäureanhydrid vollständig getrocknete Luft enthält. Pipetten, Manometer und Kompensator bilden zusammen ein einziges Stück. Die Gefässe K_1 und K_2 enthalten Quecksilber und stehen durch die Hähne l und k mit den Pipetten in Verbindung; zur genauen Einstellung des Quecksilberniveaus sowie des Niveaus am Manometer S dienen die Quetschschrauben v_1, v_2, v_3. Die Pipetten und der Kompensator werden durch das zylindrische Gefäss D auf gleicher Temperatur gehalten, die an dem in 0,1° getheilten, sehr genauen Thermometer W abgelesen wird; die Gummiblase E dient zum Durchmischen der Flüssigkeit, welche zweckmässig aus Glyzerin und einer Paraffindecke besteht. Um mit dem Apparat zu arbeiten, füllt man, nachdem man ihn sorgfältig getrocknet hat, B mit Quecksilber und bringt von aussen durch Hahn d etwas Wasser auf das Quecksilber; jetzt lässt man die zu untersuchende Luft nach A durch a eintreten und treibt das dort abgemessene Volum derselben nach B, wo es sich mit Wasserdampf sättigt; man stellt nun überall auf gleichen Druck ein und liest die durch die Sättigung mit Wasserdampf bewirkte



Volumenvermehrung an der Theilung $m_2 r$ ab; aus derselben kann man leicht die Volumprozente Wasserdampf, welche in der untersuchten Luft enthalten waren, berechnen. Bezüglich kleiner Korrektionen bei der Berechnung der Resultate, sowie in Bezug auf Einzelheiten im Gebrauche des Apparates muss auf das Original verwiesen werden. Bemerkt sei nur, dass der Apparat, zumal bei niederen Temperaturen, auch Bestimmungen des Dampfdrucks von anderen Flüssigkeiten als Wasser gestattet und bei richtiger Handhabung befriedigende Resultate liefert. *F.*

Universalbrenner.

Von Prof. Teclu. *Chem. Cent.-Blatt.* 63. I. *S.* 49. 1892.

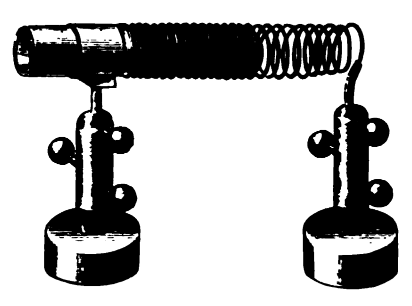


Der neue Brenner unterscheidet sich von dem Bunsen'schen dadurch, dass das Brennerrohr nach unten trichterförmig erweitert ist, und die Luftzufuhr an dessen unterem Ende durch Auf- und Abschrauben einer horizontalen Scheibe regulirt wird. Dem Eintrittsrohr des Gases gegenüber befindet sich zur Regelung des Gasstromes ein Kegelventil mit Schraube. Der Brenner, dessen Einzelheiten aus der beifolgenden Zeichnung ersehen werden können, wird in zwei Grössen geliefert: entweder 10 *cm* lang und 12 *mm* weit oder 15 *cm* lang und 20 *mm* weit. Zusatzstücke sind ein Pilzbrenner *a*, ein Kreuzbrenner *b* und ein Schnittbrenner *c*. In der Flamme des letzteren konnte ein Kaliglasrohr von 15 *mm* Durchmesser und $2^1/_2$ *mm* Wandstärke rechtwinklig gebogen werden; mit dem Rundbrenner lassen sich böhmische Röhren leicht ausziehen. Der Brenner ist von der Firma Franz Hugershoff in Leipzig zu beziehen. *F.*

Einfacher Rheostat.

Von P. Szymański. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* 5. *S.* 179. (1892).

Diese recht einfache Vorrichtung ist bei vielen galvanischen Versuchen verwendbar, wo es darauf ankommt, den Widerstand eines Stromkreises stetig zu ändern. Aus einem mehrere Meter langen Neusilberdraht von 0,5 *mm* Durchmesser wird eine dichte Spirale von ungefähr 2 *cm* Durchmesser gewickelt. An das eine Ende löthet man einen 3 *cm* breiten Ring aus Messingrohr vom Durchmesser der Spiralwindung und versieht ihn zur bequemen Befestigung mit einem senkrecht zur Spiralaxe angelötheten Stiele aus dickem Kupferdraht. An das andere Ende der Spirale löthet man einen dicken ungefähr 5 *cm* langen Kupferdraht. In den Ring und die Spirale wird ein ziemlich streng passendes Messingrohr hineingeschoben, das wenigstens so lang gewählt wird, dass die ganze Spirale darauf Platz finden kann, und an dem in die Spirale hineinragenden Ende mit einer messingenen Halbkugel versehen ist. Die Vorrichtung wird in zwei Holtz'schen Fussklemmen (*Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* 2. *S.* 55), wie es die nebenstehende Figur andeutet, befestigt. Durch passende Entfernung der Klemmen wird die Spirale etwas gespannt gehalten und durch drehende Verschiebung des Messingrohres in derselben wird die Anzahl der freien Windungen und damit der Widerstand der Leitung stetig geändert.

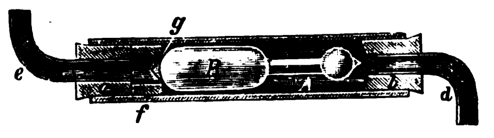


H. H.-M.

Rückschlagventil für Wasserstrahlluftpumpen.

Von C. Haase. *Chemiker-Zeitung.* ***16.*** *S. 113.*

Das in seiner Wirkungsweise leicht verständliche Rückschlagventil wird durch die nebenstehende Zeichnung erläutert. In das ziemlich starkwandige Glasrohr *A* ist mittels Gummipfropfen *c* das zur Pumpe führende Rohr *e* eingesetzt; *f* ist ein Gummiring mit drei Einschnitten *g*, welche beim Aufsetzen des Schwimmerventils *B* auf dem Ringe den Durchgang der Luft gestatten. *d* ist ein Glasrohr, welches zum Vakuum führt, und dessen Ende etwa 8 *mm* von dem Ende des Stopfens zurücksteht. — Es ist zu bemerken, dass so eingerichtete Rückschlagventile bereits gebräuchlich sind. So bringt z. B. die Firma E. Gundelach in Gehlberg in Th. Wasserstrahlluftpumpen in den Handel, welche ganz aus Glas bestehen und ein dem oben beschriebenen sehr ähnliches Ventil enthalten. Die vorbeschriebene Einrichtung dürfte jedoch der etwas zerbrechlichen Glaskonstruktion vorzuziehen sein. *F.*



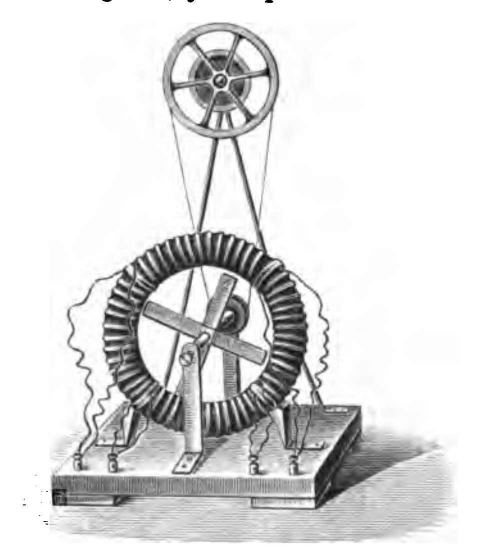


Drehstrommotor für Vorlesungszwecke.

Von Prof. Dr. F. Braun. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* ***5.*** *S. 186. (1892).*

Dieser Drehstrommotor ist von Herrn Prof. Braun zuerst in seinem bei Laupp in Tübingen erschienenen Vortrag „über elektrische Kraftübertragung, insbesondere über Drehstrom" beschrieben worden.

Der Motor enthält einen Eisenkern aus weichem Eisendraht von 1,1 *mm* Dicke, der zu einem Wulst von 28 *mm* Dicke und 1600 *g* Gewicht aufgerollt ist. Dieser Ring wird von vier Spulen aus 1 *mm* dickem Kupferdraht umgeben; jede Spule enthält drei Lagen. Der Ring hat nach dem Ueberwickeln einen inneren Durchmesser von 14 und einen äusseren Durchmesser von 22 *cm*. Die vier Spulen lassen sich in verschiedener Weise verbinden; entweder „über Kreuz", d. h. das Ende der ersten mit dem Anfang der dritten und entsprechend das Ende der zweiten mit dem Anfang der vierten; oder man kann sie verbinden wie die nebenstehende Figur zeigt und die Klemmen in zyklischer Folge an die vier Pole des Drehstromerzeugers anschliessen. Dieser Motor erfordert zu seinem Betrieb einen Zweiphasenstrom. Bringt man in das Innere des Ringes als Anker einen Magnetstab (ein Kreuz aus Eisen u. dgl.), so wird er in rasche Umdrehungen versetzt. Dieser von Braun angegebene Drehstrommotor, der im Wesentlichen die Form eines Tesla-Motors (*Elektrotech. Zeitschr.* ***9.*** *S. 343. (1888). D. R. P. Nr. 47885*; vgl. auch Sahulka, *Ueber Wechselstrommotoren mit magnetischem Drehfelde. Leipzig u. Wien 1892*) hat, ist für Vorlesungszwecke dem Ferraris'schen vorzuziehen, da er eine bequeme Ausführung der Versuche im Drehfeld gestattet. Ueber die sehr merkwürdigen Versuche Braun's findet man an den angegebenen Orten alles Nöthige. *H. H.-M.*



Neu erschienene Bücher.

Die Tabellen der Uhrmacherkunst nebst einer Sammlung mathematischer Hilfstafeln für Uhrmacher. Von E. Gelcich und C. Dietzschold. A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig. 232 S. M. 8,00.

Die Ermittlung der in der Uhrmacherkunst vorkommenden Konstruktionsgrössen geschieht entweder auf graphischem oder rechnerischem Wege. Der erstere ist zwar weniger zuverlässig, wird aber doch häufig dem letzteren vorgezogen, da das Rechnen für den Ungeübteren mühsam und zeitraubend ist. Diesem Nachtheil kann aber abgeholfen werden durch Tabellen, wie sie in dem vorliegenden Werk enthalten sind, und so lässt sich wohl erwarten, dass dasselbe sich in Uhrmacherkreisen und auf den Uhrmacherschulen leicht einbürgern wird. Den Tafeln ist stets eine kurze, aber genügende Erklärung vorausgeschickt und ihr Gebrauch durch Beispiele erläutert. Die ersten vier Tabellen dienen zur Berechnung der Verhältnisse von Rad und Trieb, also z. B. zur Berechnung der Zahnstärke von Rädern aus dem vollen Durchmesser und der Zahl der Zähne. Hierauf folgen Tabellen, welche die für die Konstruktion der gebräuchlichsten Hemmungen nöthigen Verhältnisse geben. Je eine, meist über mehrere Seiten sich ausdehnende Tafel bezieht sich auf den Zylindergang, Duplexgang, Grahamgang, freien Ankergang, Stiftankergang, Chronometergang und den deutschen Chronometergang. Weitere Tafeln enthalten die Länge des einfachen Pendels für eine gegebene Zahl der Schwingungen in der Stunde, die Länge und Stärke der Zugfedern in Taschenuhren, die Umwandlung von Bogen und Zeit, die Verwandlung von Stunden, Minuten und Sekunden in Dezimaltheile des Tages, die Umrechnung der Thermometerskalen, die in den verschiedenen Ländern gebräuchlichen Blech- und Drahtlehren, eine Anzahl Schmelztemperaturen, Ausdehnungskoëffizienten, spezifische Gewichte, die Maass-, Gewichts- und Münzsysteme u. s. w. Den kaufmännischen Bedürfnissen des Uhrmachers sucht das Werk durch Zinseszins- und Amortisationstabellen gerecht zu werden.

Einen grossen Theil des Werkes nehmen die rein mathematischen Tafeln ein, unter denen in erster Linie die Tafeln der fünfstelligen Logarithmen der Zahlen und der trigonometrischen Funktionen mit besonderer Berücksichtigung der kleinen Winkel zu erwähnen sind. Ausserdem sind noch Tafeln der Primzahlen, Reziproken, Quadrate, Quadratwurzeln u. s. w. vorhanden. Auch die zur Auflösung rechtwinkliger und schiefwinkliger Dreiecke dienenden Formeln sind angeführt und an Zahlenbeispielen erläutert.

Hervorzuheben ist endlich die hübsche Ausstattung und der gute Druck des Werkes. *Kn.*

Praktisches Taschenbuch der Photographie. Von Dr. E. Vogel. Berlin. Rob. Oppenheim. 2. Aufl. Ladenpreis M. 3,00.

Von diesem Taschenbuche für praktische Photographen und Liebhaber der Photographie, über welches wir im vorigen Jahrgange *dieser Zeitschrift S. 451* berichtet haben, ist bereits nach wenigen Monaten die 2. Auflage erschienen, ein Beweis für die Brauchbarkeit des Werkchens.

Notiz: Unsere Leser wird es interessiren, dass demnächst Gilbert's *De magnete magnetisque corporibus et de magno magnete tellure, London 1600* in einem *Facsimile*-Abdruck erscheinen wird. Die Verlagsbuchhandlung von Mayer & Müller in Berlin, welche in ihrer Sammlung „Wissenschaftliche Klassiker in *Facsimile*-Drucken“ sich durch Wiedergabe wichtiger Quellenwerke verdient macht, wird demnächst auch dieses erste Quellenwerk der Elektrizitätslehre weiteren Kreisen zugänglich machen.

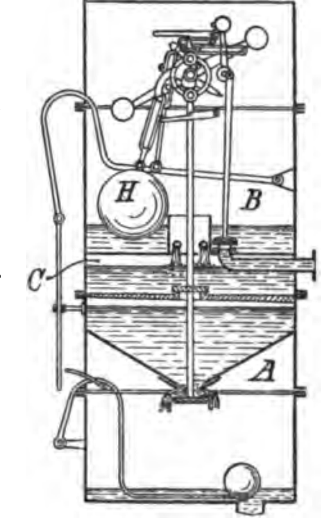
Die Originalausgabe ist ungemein selten und wird mit 300 bis 400 Mk. bezahlt. Die neue *Facsimile*-Ausgabe, welche in gleicher Grösse wie das Original und diesem photographisch getreu hergestellt ist, wird 20 Mk. kosten.

W. Biscán. Die Dynamomaschine. Zum Selbstudium für Mechaniker, Maschinenschlosser u. s. w. Leipzig. M. 2,00.

G. Hüfner. Anleitung zum Gebrauche des Hüfner'schen Spektrophotometers in seiner neuesten verbesserten Form, ausgeführt von E. Albrecht. Tübingen. M. 0,60.

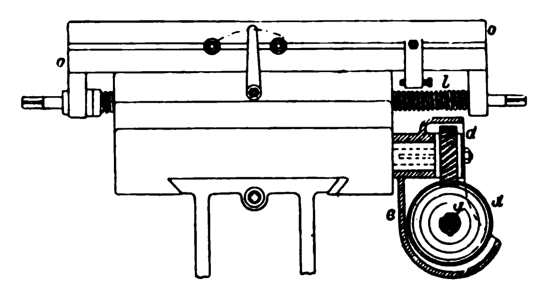
Patentschau.

Selbthätiger Flüssigkeitsmesser. Von Hennefer Maschinen-Fabrik C. Reuther & Reisert. Vom 14. Juli 1891. No. 62678. Kl. 42.



Vor den eigentlichen Messraum *A* ist ein besonderer Füllraum *B* angeordnet, in welchem sich die Flüssigkeit ansammelt, ehe dieselbe nach dem eigentlichen Messgefäss gelangt; in diesem vorgelagerten Füllraum bewegt sich der Schwimmer *H*, welcher die Steuerung für die Zulauf- und Ablaufvorrichtung bethätigt. Dieser Umstand ermöglicht, dass man die Absperrung des Zuflusses eintreten lassen kann, wenn nicht nur das Messgefäss, sondern auch ein Theil des Füllraums gefüllt ist, so dass stets ein Ueberschuss zuläuft und somit eine durchaus sichere Füllung des Messgefässes eintritt. Zwischen den Messraum *A* und den Füllraum *B* ist ein Zwischenraum *C* angeordnet, in welchen eine gewisse Zeit vor dem Aufhören der Zuführung weniger Flüssigkeit zuläuft, als an den eigentlichen Messbehälter abgegeben wird; hierdurch wird erreicht, dass ein die Steuerung für die Ein- und Auslassventile bethätigender Schwimmer sich nach abwärts zu bewegen im Stande ist, wenn schon das eigentliche Messgefäss gefüllt ist; durch die Steuervorrichtung wird ein augenblicklicher Abschluss der Absperrorgane bewirkt.

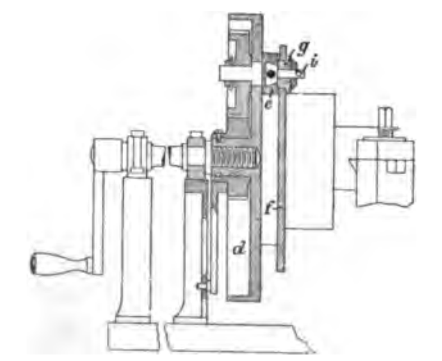
Selbthätige Tischbewegungs-Vorrichtung für den drehbaren Support von Universal-Fräsmaschinen. Von G. Schulz in Berlin. Vom 20. Oktober 1891. No. 62654. Kl. 49.

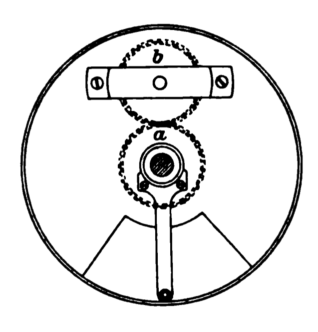


Zum Antriebe der Tischspindel *l* dient ein Räderpaar *d d*, welches seine Bewegung von einem einfachen Kreuzgelenk erhält, auf dessen Welle *a* bei Höherstellung des Tisches *o* ein Lager *e* sich verschiebt, das auf der Nabe des getriebenen Schraubenrades drehbar ist und der jeweiligen Schräglage der Kreuzgelenkwelle *a* sich anpasst.

Ovalwerk. Von Herm. Hoff in Berlin. Vom 8. Juli 1890. No. 62700. Kl. 47.

Dieses Ovalwerk besteht aus der Verbindung eines Umlaufräderwerkes *a d b*, an dem das

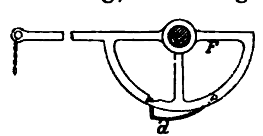


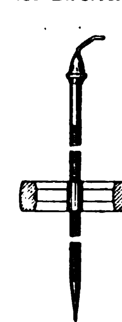


Zentralrad *a* feststeht, mit einer Kreuzschleifenkette *g f d e i*. Der Umlaufsteg bezw. die Scheibe *d* des Umlaufräderwerkes ist mit dem Steg *d* der Kreuzschleifenkette zu einem Glied und das Umlaufrad *b* mit der Kurbel *e i* gleichfalls zu einem Gliede verbunden.

Selbthätige Waage. Von W. Wondraček in Oehling, Niederösterreich. Vom 18. November 1890. Nr. 61484. Kl. 42.

Behufs Auslösung der Verschlussklappe ist statt der Schiebervorrichtung, vom Waagegefäss unterstützt, ein Hebel angeordnet, an den sich mittels einer Feder *d* eine auf der Welle der Verschlussklappe festsitzende Halbscheibe *F* lehnt, welche kurz vor dem Einspielen der Waage von jenem Hebel freigegeben wird und die Verschlussklappe schliesst. Zum Schluss der zweiten Einlaufklappe dient statt der an der Vorderwand des Behälters angebrachten Klinkvorrichtung ein am Waagebalken befestigter Stift, der unmittelbar, bevor die Waage einspielt, eine ähnliche Scheibe freigiebt, welche nun mittels Schubstange diese zweite Klappe schliesst. Zur Bethätigung der Auslaufklappe endlich ist, statt der an der Seitenwand angebrachten Klinkvorrichtung, eine aus zwei Winkelhebeln bestehende Auslösevorrichtung angeordnet.



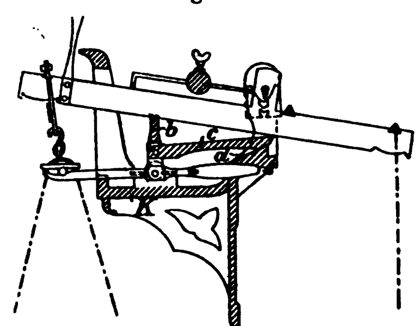


Senkel. Von G. Häussermann in Strassburg. Vom 26. Mai 1891. Nr. 61539. Kl. 42.

Dieser Senkel besitzt eine von oben her sichtbare Spitze und ein verstellbares Schwergewicht. Er besteht aus einer schraubenförmigen Nadel und einem durchbrochenen Ringe, durch dessen Nabe die Nadel hindurchgeschraubt ist.

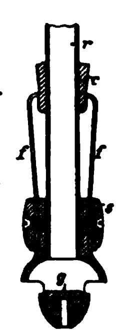
Entlastungsvorrichtung an Brückenwaagen. Von J. C. Rahn in Thiersheim, Baiern. Vom 17. Juni 1891. Nr. 61541. Kl. 42.

Die auf dem Träger *K* drehbar gelagerte Hebelstütze *b* bewegt einen Schieber *c*, dessen freies Ende in das Waagebalkengabellager eingreift, bei Drehung der Stütze *b* auf der schrägen Sohlplatte *d* des Gabellagers aufsteigt und die Lagerschneiden des Waagebalkens aus ihren Pfannen hebt.

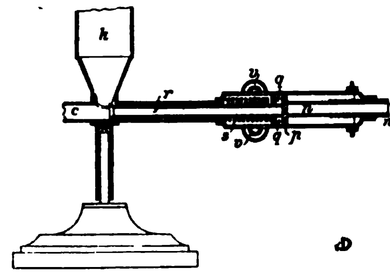


Probenehmer. Von O. Steinle in Quedlinburg. Vom 12. September 1891. No. 62609. Kl. 42.

Der Probenehmer ist bestimmt, Flüssigkeitssäulen, welche bis zum Boden eines Gefässes hinabreichen, als Durchschnittsproben herauszuheben. Am oben und unten offenen Rohr *r* befindet sich nicht weit vom unteren Ende (das Rohr ist in der Figur abgebrochen) fest mit dem Rohr verbunden der ringförmige Wulst *c*. In eine Einschnürung desselben greifen mit ihren umgebogenen Enden zwei federnde Drähte *f* ein, die an dem ringförmigen Körper *s* befestigt sind. Letzterer lässt sich auf dem Rohr *r* verschieben und ist an dem, dem unteren Rohrende gegenüber befindlichen Theile mit einer Gummiplatte *g* versehen. Führt man nun das so ausgerüstete Rohr *r* in ein Gefäss mit Flüssigkeit, so füllt es sich mit derselben an. Beim Aufstossen auf den Boden gleitet dann das Rohr *r* mit seinem Wulst *c* durch die federnden Drähte, die sich hinter dem oberen Rande des Wulstes wieder einklinken und so das Rohrende durch die Gummiplatte verschlossen halten. Die auf diese Weise abgesperrte Flüssigkeitsprobe kann nunmehr ohne Verlust herausgehoben werden.



Magnesium-Blitzlichtlampe. Von G. A. Sinsel in Leipzig. Vom 13. August 1890. No. 62261. Kl. 57.



Bei dieser Lampe kann die Menge des aus dem Behälter *k* in das Einführungsrohr *c* fallenden Magnesiumpulvers dadurch geändert werden, dass das in dem Einführungsrohr *c* verschiebbare, mit einem Kolben *p* versehene Rohr *r* mittels des mit Schraubengewinde versehenen Rohres *n* verstellt werden kann, um die Einfallöffnung an dem Behälter *k* mehr oder weniger zu verdecken. Bei Einführung von Druckluft in das Rohr *n* wird der Kolben *p* so weit vorgeschoben, bis die Luft durch seitliche Rohre *v* und entsprechende radiale Bohrungen *q* in dem Kolben vor letzteren gelangen und das in bezw. vor dem Rohre *r* befindliche Magnesiumpulver in die Flamme führen kann. Eine Feder *s* drückt alsdann den Kolben wieder gegen das Rohr *n*.

Entfernungsmesser. Von H. Schoeler in Berlin. Vom 21. April 1891. No. 62357. Kl. 42.

Bei diesem Entfernungsmesser wird die Grösse des Objekts durch Drehung planparalleler durchsichtiger Platten (gewöhnlicher Glasplatten, mit Flüssigkeit gefüllter Hohlplatten u. s. w.) also nach Art des Helmholtz'schen Ophthalmometers bestimmt. Der Winkel, unter welchem das Objekt erscheint, wird mittels der Mikrometerschraube eines in zwei Hälften getheilten Objektivs eines astronomischen Fernrohres oder durch ein Wellmann'sches Doppelmikrometer bestimmt. Aus diesen beiden Grössen wird die Entfernung, etwa unter Beihilfe von Tabellen, berechnet. Die genannten Platten sind vor dem Objektiv des Fernrohrs angeordnet. Die Patentschrift beschreibt eine Anzahl verschiedener Ausführungsformen.

Kugelfräsmaschine. Von F. Fischer in Schweinfurt a. M. Vom 12. September 1891. No. 62608. (Zusatz zum Patent No. 55782). Kl. 49.

Bei der Maschine des Hauptpatentes sind die massiven stählernen Fräsringe, von denen je zwei eine Fräsrinne zur Bearbeitung von Kugeln bilden, entweder durch aufrechtstehende, um Zwischenlagen weichen Metalls von einander abstehende Stahlplättchen, oder durch zickzack- bezw. wellenförmig gebogene Stahlbänder ersetzt, um das Einschleifen der Fräszähne sowie das Schärfen der Fräsrinnen zu erübrigen.

Für die Werkstatt.

Verstellbarer Reitstock. *Bayr. Industrie- und Gewerbeblatt.* **24.** *S. 213 (1892)* aus *„The Iron Age“*.

Um auf der Drehbank zwischen Spitzen genaue Zylinder zu drehen oder grade und zylindrische Löcher zu bohren, ist es nothwendig, dass die Axe der Reitstockpinole in jeder Stellung des Reitstockes auf den Drehbankwangen in der Verlängerung der Spindelaxe liegt. Bei den gewöhnlichen Reitstöcken ist diese korrekte Lage der Axe im günstigsten Falle vor dem ersten Gebrauch der Drehbänke gewahrt, obgleich auch die Herstellung derselben nicht geringe Schwierigkeit zu überwinden hat. Jede Abnutzung aber am Reitstock oder an der Pinole oder an den Drehbankwangen führt eine Veränderung der Axenlage herbei; ja selbst eine Durchbiegung der Wangen, hervorgerufen durch schlechte Aufstellung der Drehbank, kann diesen Fehler im Gefolge haben. Für sehr genaue Arbeiten ist es deshalb unerlässlich, Korrektureinrichtungen für die Pinole anzubringen; A. D. Pentz schlägt an der genannten Stelle folgende Anordnung vor.

Der Reitstock besteht aus zwei Theilen, die gegen einander verschoben und fest mit einander verbunden werden können. Der Untertheil *A* (Fig. 1 und 2) liegt auf den (amerikanischen) trapezförmigen Wangenschienen. Der Obertheil *B* ist an der Leiste *a* in der Querrichtung zur Axe mittels der Spindel *c* verstellbar und durch zwei Schrauben *d* gegen die Leiste *a* festzuspannen. Die Pinole *C* ist in dem Rohre *D* ausseraxial gelagert, so dass sie bei Drehung des letzteren, die durch die Verschiebung des Lappens *e* in einem Bogenschlitz *r* bewirkt werden kann, in der Höhe zu verstellen ist. Festgeklemmt wird das Rohr *D* und damit die Pinole *C* durch zwei Hebelschrauben *k*, welche die geschlitzte und federnde Lagerung zusammenziehen. Die Feststellung des ganzen Reitstockes geschieht durch einen Hebel *f*, der seine Drehung auf den exzentrischen Zapfen *g* überträgt und damit den Schraubenbolzen *h* anzieht, wodurch die an noch zwei anderen Schraubenbolzen *i* hängende dreieckige Platte *E* mit einer Schneide gegen die Platte *F* gepresst wird, die sich gegen die Unterseiten der Wangen legt.

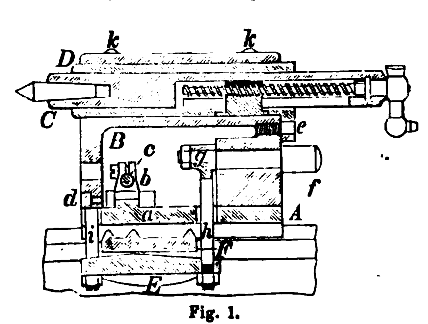


Fig. 1.

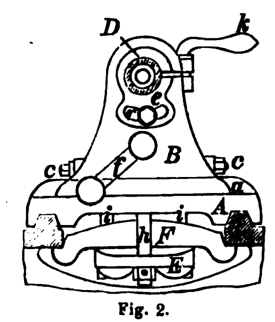


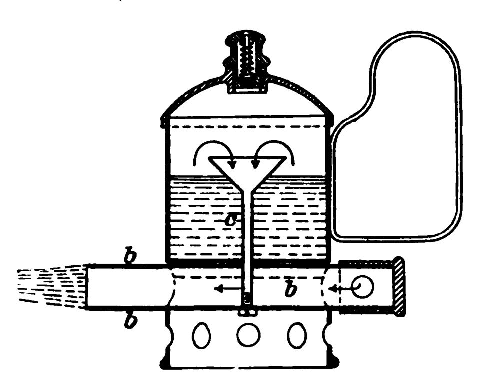
Fig. 2.

Referent weist darauf hin, dass für die Korrektur eines Neigungsfehlers der Axe in horizontaler und vertikaler Richtung bei vorliegender Konstruktion keine Vorkehrung getroffen ist. Grade diese Fehler sind ebenso häufig als Höhenverschiedenheiten zwischen Spindel- und Pinolenaxe und für die Praxis von grosser Bedeutung. Ist die Pinolenaxe in jeder Richtung parallel zur Spindelaxe und weicht sie nur seitlich oder in der Höhe von ihr ab, so würde man kaum die komplizirte und neue Fehlerquellen einschliessende Einrichtung einer doppelten (ausser-

axialen) Lagerung anzuwenden brauchen, vielmehr bequemer und zweckmässiger die Lagerspitze oder den Hohlkörner in einem Vierschraubenfutter verstellbar machen, welches man vorn in die Pinole einschrauben kann. Auf diese Weise bewerkstelligt Reichel bei sehr genauen Arbeiten auf seiner Fräsemaschine die nothwendige Höhen- und Seitenkorrektion, während Neigungsfehler ein für allemal durch Aufstellung der Maschine nach der Libelle ausgeschlossen sind. Für minder genaue Arbeiten reicht auch die Ausrichtung durch Unterlegen mit Papier- oder Stanniolblättern aus. *K. F.*

Dochtlose Löthlampe mit Spiritusverdampfung. Von Barthel & Schöne in Dresden. Nach der Patentschrift.

Die Verwendung von Spiritus zum Betriebe von Löthlampen ist deshalb mit Schwierigkeiten verbunden, weil die Spiritusdämpfe das eigenthümliche Bestreben haben, niederzufallen und sich zu verdichten, während die Dämpfe anderer Füllflüssigkeiten, z. B. Benzin, Ligroin, Petroleum, nach oben hin auszuströmen trachten Ferner liegt die Verdampfungstemperatur des Spiritus bei weitem höher als z. B. des Benzins, so dass bei Löthlampen mit Spiritusfüllung eine energische Erhitzung der Flüssigkeit erfolgen muss. Diesen Bedingungen gemäss ist die unter No. 61955 patentirte Löthlampe konstruirt, welcher ausserdem der bei manchen ähnlichen Vorrichtungen vorhandene Docht fehlt, der die Flüssigkeit bis zur Verdampfungsstelle saugen soll, beim Gebrauche lästig ist und die Lampen unhandlich macht. Die Einrichtung der Lampe ist folgende.



In dem gewellten Boden des Spiritusbehälters ist eine halbrunde Wölbung angebracht, in welche das Verbrennungsrohr *b* horizontal eingelöthet ist. Dasselbe wird von einem vertikal oder schräg stehenden dünnen Rohre *c* durchschnitten, welches sich oben zu einem Trichter erweitert und unten durch eine Schraube abgeschlossen ist. Dicht über dieser letzteren befindet sich ein kleines Loch, welches dem sich im Spiritusbehälter entwickelnden Spiritusdampfe, der durch die trichterförmige Erweiterung in das dünne Rohr fällt, den Eintritt in das horizontal liegende Verbrennungsrohr gestattet. Hier wird er mit Luft gemischt, die von dem hinteren Ende derselben Röhre angesaugt wird, woselbst sich zwei gegenüberliegende Oeffnungen befinden, die ähnlich wie beim Bunsenbrenner durch die sog. Regulirhülse, durch eine verschiebbare Kapsel geschlossen werden können.

Durch diese Anordnung ist die Möglichkeit der grössten Wärmeausnutzung gegeben; grade das Dampfrohr erhält eine sehr hohe Temperatur, sodass die durch das Trichterrohr fallenden Dämpfe verhindert werden, sich zu kondensiren. Trotz des Fehlens eines Dochtes soll man die Lampe bis zu einem gewissen Grade frei bewegen und neigen können, ohne ihre Thätigkeit zu stören. *K. F.*

Bohrknarre. *Bayr. Industrie- und Gewerbeblatt.* **24.** *S. 255. (1892.)*

Die gewöhnliche Bohrknarre, die vielfach von Monteuren zum Bohren von Löchern an für andere Werkzeuge unzugänglichen Stellen verwendet wird, leidet an Unbequemlichkeiten in der Handhabung, die dadurch bedingt sind, dass der Schaltungshebel zur Drehung des Bohrers sich an unveränderlicher Stelle in einer rechtwinklig zur Bohreraxe liegenden Ebene bewegt. Dieser Mangel wird bei der in nebenstehender Figur dargestellten neueren Bohrknarre dadurch beseitigt, dass die Schaltebene parallel zur Axe des Bohrers gelegt und die Bewegung durch zwei Kegelräder, deren Axen sich unter 90° schneiden, übertragen wird. Dadurch ist erreicht, dass man die Schaltebene um die Bohreraxe vollständig herumdrehen kann. Der an allen ähnlichen Einrichtungen nothwendige Sperrhaken ist hierbei umlegbar, so dass die Drehung des Bohrers vor- und rückwärts erfolgen kann. *K. F.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Nach Druck dieses Heftes erhalten wir die erschütternde Nachricht, dass Herr

Dr. L. Loewenherz,

Direktor der II. (Technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt,

der Mitbegründer und stete Förderer dieser Zeitschrift, am Sonntag den 30. Oktober, Morgens $5\frac{1}{2}$ Uhr, nach kurzem aber schwerem Krankenlager verschieden ist.

Wer den Verstorbenen, seine unermüdliche schaffensfreudige Thätigkeit, sein menschenfreundliches Herz kannte, wird den Schmerz seiner Freunde zu schätzen wissen. Eine eingehendere Würdigung der Verdienste des Entschlafenen behalten wir uns vor.

Kuratorium, Redaktion und Verlag
der Zeitschrift für Instrumentenkunde.



Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender.
H. Haensch, Beisitzer.
Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

XII. Jahrgang. **November 1892.** Elftes Heft.

Ueber neuere Spektroskop-Konstruktionen.

Von

Dr. J. Scheiner in Potsdam.

Unter dem Titel „*The modern spectroscope*" werden in der aus dem früheren „*Sidereal Messenger*" neu hervorgegangenen Zeitschrift „*Astronomy and Astro-Physics*", herausgegeben von W. Payne und G. E. Hale, die Beschreibungen verschiedener Spektroskope veröffentlicht, die in den letzten Jahren durch die mit ihnen erhaltenen Resultate Aufsehen erregt haben. Wenn wir, einer Aufforderung der Redaktion entsprechend, an der Hand dieser Berichte hier eine Darstellung dieser Spektroskopkonstruktionen geben, so dürfte dies gewiss vielen Lesern dieser Zeitschrift nicht unwillkommen sein.

1. Die Theorie des Konkavgitters; der Rowland'sche Spektrograph.

Durch Rowland und Brashear ist in den letzten Jahren in der Herstellung der Reflexgitter eine solche Vollkommenheit erreicht worden, dass heute wohl Niemand mehr zur Erzielung sehr starker Dispersionen bei genügend starken Lichtquellen zu Prismen seine Zuflucht nimmt. Speziell bietet die Verwendung der Konkavgitter, d. h. Gitter, welche auf einer konkav-sphärischen Fläche von relativ sehr grossem Radius hergestellt sind, sehr beträchtliche Vortheile, und Rowland selbst hat durch seinen mit Hilfe solcher Gitter hergestellten Atlas des Sonnenspektrums das beste Dokument für die Güte seiner Dispersionsmittel geliefert.

Es ist speziell eine Konstruktion, welche die Anwendung der Konkavgitter zu einer sehr einfachen und bequemen macht, und welche deshalb zunächst etwas näher beleuchtet werden soll.[1])

Bezeichnet man mit R und ν (Fig. 1 a. f. S.) die Polarkoordinaten der Lichtquelle (Spalt), mit ρ den Krümmungsradius des Gitters und mit r und μ die Polarkoordinaten eines Punktes in der Fokalkurve des Gitters, so ist der Radius dieser Fokalkurve

$$r = \frac{R\,\rho\cos^2\mu}{R(\cos\mu + \cos\nu) - \rho\cos^2\nu}.$$

Für irgend einen gegebenen Werth von R und ν ist also durch r und μ eine Kurve definirt, auf welcher die verschiedenen Spektra fokussirt sind; eine zweite Kurve geht durch R und ν, derart dass, wenn der Spalt auf einen Punkt derselben gestellt ist, die Spektra der Kurve r, μ entlang fokussirt sind. Es sind dies also zwei konjugirte Kurven.

[1]) Vergleiche Rowland, *Phil. Mag.* **16.** *S. 197* und *Amer. Journ.* **26.** *S. 91.* Baily, *Phil. Mag. 1883.*

Setzt man nun $R = \rho \cos \nu$, d. h. stellt man den Spalt auf die Peripherie eines Kreises, dessen Durchmesser der Krümmungsradius des Gitters $r = \rho \cos \mu$ ist, so fallen beide Kurven zusammen, und das ist die Bedingung, welche die praktischste Form des Spektroskopes mit Konkavgitter gewährt. Mechanisch lässt sich dies leicht folgendermaassen erreichen. Auf zwei senkrecht zu einander stehenden Balken CA und AB wird der Spalt in A befestigt; sowohl Gitter als auch Okular (Kassette, falls man die Spektra photographisch aufnehmen will) sind durch den Balken $CB = \rho$ starr miteinander verbunden, müssen aber auf dem Balken CA und AB gleiten können. Dass sich das Okular in C befindet, wo $\mu = 0$ ist, hat folgenden Zweck:

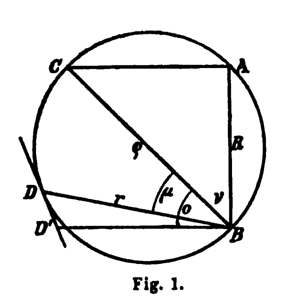


Fig. 1.

Es möge sich die Mikrometerschraube des Okulars tangential zum Fokalkreise in D befinden, und es möge das Fadenkreuz von D nach D' um den Betrag a, also der Tangente entlang, verstellt werden, dann ist $a = \rho/_2 \sin 2 (\mu - o)$, (s. Fig. 1) und $d a = \rho \cos 2 (\mu - o)\, d \mu = \Delta$, wo Δ einen Skalentheil oder eine Schraubenrevolution bezeichnen möge. Nun ist nach der Diffraktionstheorie der Gitter $\lambda = \omega/N (\sin \nu + \sin \mu)$, wo λ die Wellenlänge, ω die Strichdistanz des Gitters und N die Ordnungszahl des Spektrums bedeutet; also:

$$d \lambda = \omega/N \cos \mu \, d \mu = \frac{\Delta \, \omega \cos \mu}{N \rho \cos 2 (\mu - o)}.$$

Hat man statt des Mikrometers eine photographische Platte, welche auf den Radius $\rho/_2$ gebogen ist, so ist:

$$\Delta = \rho \, d \mu; \; d \lambda = \omega/N \cos \mu \, d \mu = \frac{\Delta \, \omega}{N \rho} \cos \mu.$$

Setzt man nun $o =$ Null, d. h. wird der Punkt D nach C verlegt, und nimmt man bei geringen Verstellungen $\cos \mu = 1$, so ist:

$$d\lambda = \frac{\Delta \, \omega}{\rho N},$$

d. h. es bildet sich ein normales Spektrum ab, in welchem die Wellenlängendifferenzen den Ablesungen der Skale oder Schraube proportional sind. Ferner ist in diesem Falle:

$$\lambda = \omega/N \sin \nu = \frac{\omega}{\rho N} \cdot AC.$$

Ist also eine absolute Wellenlänge bekannt, und ist das Instrument vollkommen justirt, so kann man auf dem Balken AC eine Skale der Wellenlängen für jedes Spektrum anbringen, und die absolute Wellenlänge jeder Linie ist sofort bekannt. Gleichzeitig ist diese Skale identisch mit der Skale im Fokus (auf der photogr. Platte) und die Spektra aller Ordnungen sind gleichzeitig bei C im Fokus und bleiben auch im Fokus, wie auch C dem Balken AC entlang bewegt werden möge. Es ist dies ein grosser Vorzug des Apparates vor allen anderen, da ja auch in Folge des Fortfallens von Objektiven die Fokaldifferenzen für die verschiedenen Spektralfarben völlig eliminirt sind.

Eine weitere wesentliche Eigenschaft des Apparates ist der Astigmatismus desselben. Wenn nämlich auch die Lichtquelle ein Punkt ist, so erscheint derselbe in der Fokalfläche doch als breites Spektrum ausgezogen. Für Funkenspektra ist also ein Spalt kaum nothwendig; aber auch bei Benutzung eines solchen treten grosse Vorzüge auf, da Staublinien u. s. w. verschwinden und sich überhaupt kleine Unregelmässigkeiten des Spaltes ausgleichen.

Eine ausführliche Wiedergabe der zur Justirung eines solchen Spektroskopes maassgebenden Entwicklungen würde hier zu weit führen; es sei nur erwähnt, dass das Verhältniss der gewählten Längeneinheit zur Wellenlänge beim Mikrometer oder auf der photographischen Platte nur von der Distanz des Gitters von dem Mikrometer abhängig ist; ist also für die völlige Konstanz dieser Länge gesorgt, so sind andere kleine Fehler der Justirung ohne Einfluss auf diese wichtigste Konstante.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen möge eine kurze Beschreibung des Instrumentes gegeben werden, mit welchem Rowland seine klassischen Aufnahmen des Sonnenspektrums hergestellt hat.

Die beiden Balken AB und AC sind 23 *engl. Fuss* lang und aus schwerem Holze gefertigt. AB ist an der Zimmerwand befestigt, AC kann dagegen um den Punkt A ein wenig gedreht werden, wird aber bei C durch Schrauben in jeder Lage festgestellt. Auf diesen beiden Balken sind justirbare eiserne Führungen oder Schienen angebracht, auf welchen starke eiserne Wagen laufen, die ihrerseits den 21 *Fuss* langen eisernen Verbindungsträger zwischen Gitter und Kamera tragen; es kommt also wesentlich auf die Konstanz dieses Trägers an, dessen Länge sehr nahe gleich dem Krümmungsradius des Gitters ist, und an dessen Enden Gitter und Kamera justirbar befestigt sind. Das Gitter selbst ist auf dem Gitterhalter nur mit Wachs angeklebt; jede Befestigung desselben durch Schrauben u. s. w. ist wegen der resultirenden Durchbiegungen unthunlich. Der Spalt ist drehbar, um eine möglichst genaue Parallelstellung desselben zu den Gitterstrichen zu gestatten; ein Fehler in dieser Beziehung von nur 30′ bewirkt bereits eine merkliche Verschlechterung der Spektra.

Die Konkavgitter, welche zu diesem Spektroskope benutzt wurden, besitzen alle einen Krümmungsradius von 21,5 *engl. Fuss*, die Anzahl ihrer Linien variirt aber von 10,000 bis 20,000 auf den Zoll. Die Angaben, welche hierüber gemacht werden, sind für die Praxis sehr lehrreich. Es ist kaum möglich, ein Gitter herzustellen, dessen Spektra auf beiden Seiten gleich hell sind, es liegt dies an dem unsymmetrischen Querschnitt des durch den Diamanten gezogenen Grabens; auch selbst die verschiedenen Theile desselben Spektrums sind manchmal nicht gleich hell, was sehr zu beachten ist, sobald photographische Aufnahmen der nicht sichtbaren Theile des Spektrums gemacht werden. Da ein Gitter von 10,000 Linien auf den Zoll gewöhnlich eine bessere Definition der Spektrallinien giebt, als eines von 20,000 Linien, so ist es besser, ein solches zu benutzen, so lange eben die Dispersion ausreicht. Nur bei den photographischen Aufnahmen des ultravioletten Spektrums ist ein 20,000-Linien-Gitter besser als ein anderes, weil dann weniger übergreifende Spektra auftreten.

Die Herstellung der Gitter selbst ist eine überaus schwierige. Es erfordert eine Arbeit von einigen Monaten, um eine vollkommene Schraube für die Theilmaschine herzustellen, und es kann leicht ein Jahr vergehen, bis eine passende Diamantspitze gefunden ist. Befindet sich alles in Ordnung, so erfordert die Herstellung eines Gitters von 20,000 Linien auf den Zoll und von 6 *Zoll* Breite 5 Tage und 5 Nächte.

Es ist schon bemerkt, dass die photographischen Platten entsprechend der Krümmung des Gitters gebogen werden müssen, und dass es deshalb vortheilhaft ist, dieselben möglichst schmal zu nehmen; doch muss man hierbei die durch den Astigmatismus des Konkavgitters hervorgerufene natürliche Verbreiterung der Spektra beachten; dieselbe variirt für die angegebenen Dimensionen des Apparates von $^1/_4$ bis 4 *Zoll*.

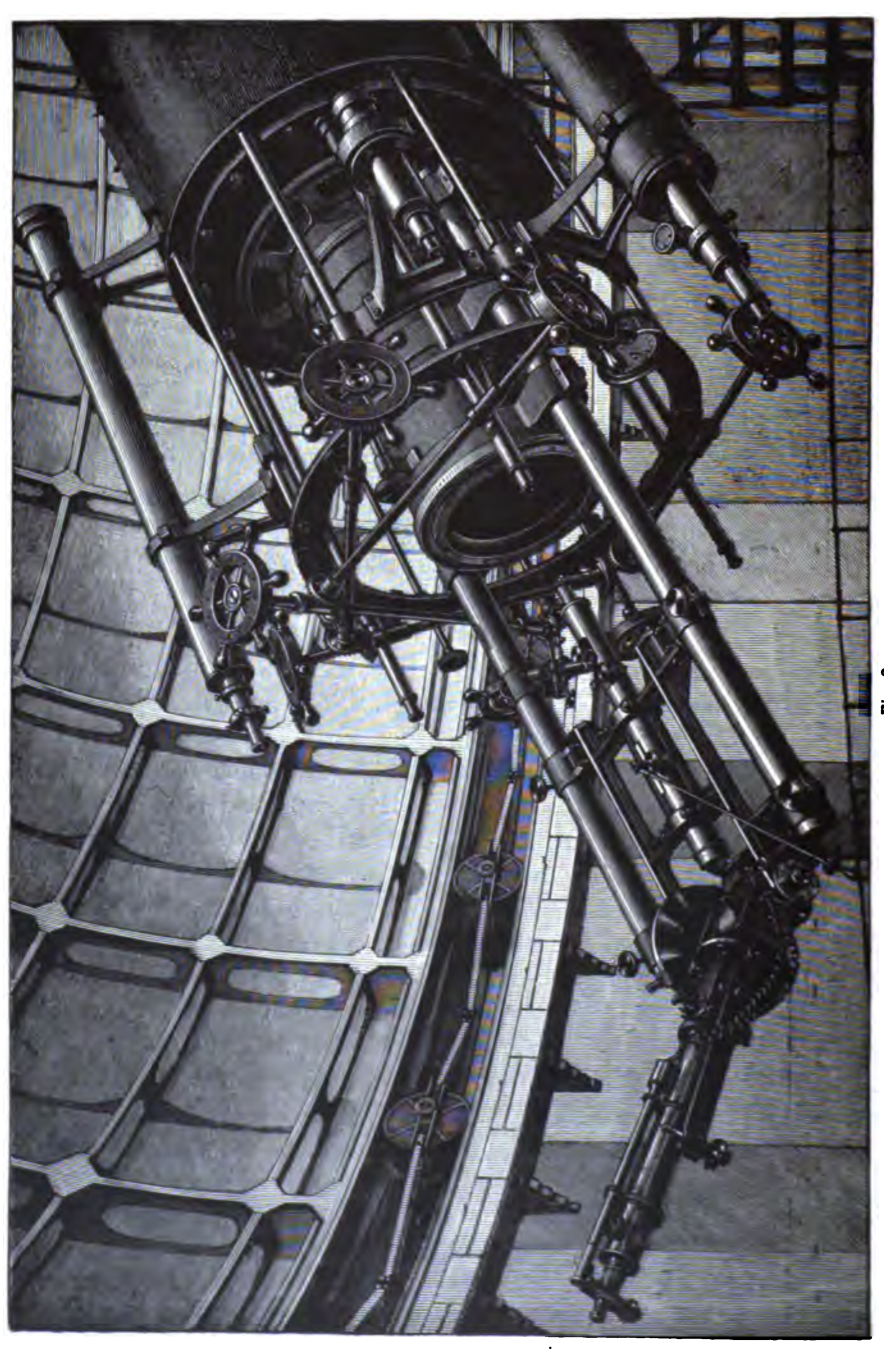


Fig. 2.

Einen Begriff von dem Millimeterwerth einer Angström'schen Einheit der Wellenlängen, alles für den Radius von 21,5 *Fuss* berechnet, giebt das folgende Täfelchen:

Gitter	1. Ord.	2. Ord.	3. Ord.	4. Ord.
10000 Lin.	0,26	0,51	0,77	1,03
20000 „	0,52	1,03	1,55	2,07

Für andere Krümmungsradien verhalten sich diese Werthe wie die Radien selbst.

2. Das Sternspektroskop der Lick-Sternwarte.

Bei der Konstruktion von Sternspektroskopen, die stets in Verbindung mit Refraktoren benutzt werden, ist für gewöhnlich sehr darauf zu achten, dass bei genügender Stabilität das Gewicht des Instrumentes möglichst gering genommen wird, um die Refraktoren nicht allzusehr zu belasten. Bei dem für die Lick-Sternwarte bestimmten Sternspektroskope war diese Rücksicht nicht zu nehmen, da die Festigkeit des 36 zölligen Riesenfernrohres eine so beträchtliche ist, dass es auf Belastungen von hundert Pfund mehr oder weniger nicht ankommt. Das Gewicht des Sternspektroskopes beträgt 130 Pfund und seines Verbindungsstückes mit dem Fernrohr etwa 80 Pfund.

Das Instrument ist ausser mit Prismen auch mit einem Rowland'schen ebenen Gitter versehen, wohl zum ersten Male mit Erfolg; bisher war bei den Refraktoren mittlerer Grösse die Anwendung von Gittern bei Sternspektroskopen wegen des grossen Lichtverlustes nicht möglich. Einen Beweis für die vorzügliche Brauchbarkeit des Gitterspektroskopes der Lick-Sternwarte hat aber Keeler durch seine exakte Wellenlängenbestimmung der Hauptnebellinie und die Ermittlung der Linienverschiebung bei den hellsten Sternen (Arcturus, Aldebaran) gegeben.

Die Figur 2 [1]) giebt eine perspektivische Ansicht des Spektroskopes und seiner Befestigung am grossen Refraktor; die schematische Darstellung Figur 3 (a. f. S.) wird mit Hilfe der folgenden Beschreibung einen vollständigen Einblick in die Konstruktion des Apparates gewähren.

Das untere Ende des grossen Refraktors ist mit einem drehbaren Mantel umgeben, welcher mit Schrauben, Klemmen und Positionskreis versehen ist. An diesen Mantel sind die beiden Messingrohre E und F, welche das Spektroskop tragen, befestigt; dieselben sind 3 *Zoll* stark und 6 *Fuss* lang und reichen 2 *Fuss* 3 *Zoll* über die Fokalebene des Refraktors hinaus; ihre Distanz beträgt 23¼ *Zoll*. Der Messingrahmen G des Spektroskopes ist in einem Stück gegossen und steht mit den Trägern EF durch Klemmen in Verbindung, doch sind die Klemmen in sich beweglich, so dass beim Anziehen derselben keine Spannung des Rahmens eintreten kann, nachdem sie einmal in die richtige Stellung gebracht worden sind.

Der Kollimator H gleitet in der Hülse J, welche mit dem Rahmen durch Gegenschrauben verbunden ist, so dass die Kollimatoraxe auf die optische Axe des Fernrohrs zentrirt werden kann. Durch Drehung des Triebes z kann der Kollimator um etwa 100 *mm* verstellt werden; seine Stellung wird auf einer Millimeterskale abgelesen. Das Kollimatorobjektiv hat eine Fokallänge von 20 *Zoll* bei

[1]) Die Figur ist dem Werke: *Scheiner, Die Spektralanalyse der Gestirne, Leipzig 1890. S. 120* entnommen.

$1^1/_2$ *Zoll* Oeffnung. Es ist aus Jenaer Glas gefertigt, und die Linsen sind behufs Vermeidung von Lichtverlust zusammengekittet.

Der Spalt *s* ist mit Trieb und Klemmen zum Fokussiren eingerichtet; seine Spaltbacken öffnen sich symmetrisch, und seine Länge kann beliebig geändert werden. *q* ist ein rechtwinklig und verstellbar angebrachtes Okular, welches für gewöhnlich den Strahlengang im Kollimatorrohre nicht beeinflusst, beim Hineinschieben aber den Stern durch den Spalt hindurch zu erblicken erlaubt, zur Kontrole der richtigen Einstellung des Sternes auf den Spalt; *x* ist ein Trieb zur Einstellung eines totalreflektirenden Prismas vor dem Spalt. Der Spalt ist gegen Beschädigungen durch das Rohr *K* geschützt, welches gleichzeitig das zur Aufnahme von Zylinderlinsen bestimmte Rohr *t* trägt. Der sehr starke Rahmen, in welchem sich das Beobachtungsfernrohr befindet, ist um zwei Zapfen in dem Hauptrahmen drehbar. Bei *L* befindet sich der 12zöllige getheilte Kreis, der mit Hilfe von Nonien auf 10″ abgelesen werden kann. Dieser Kreis wird durch die Klemmen

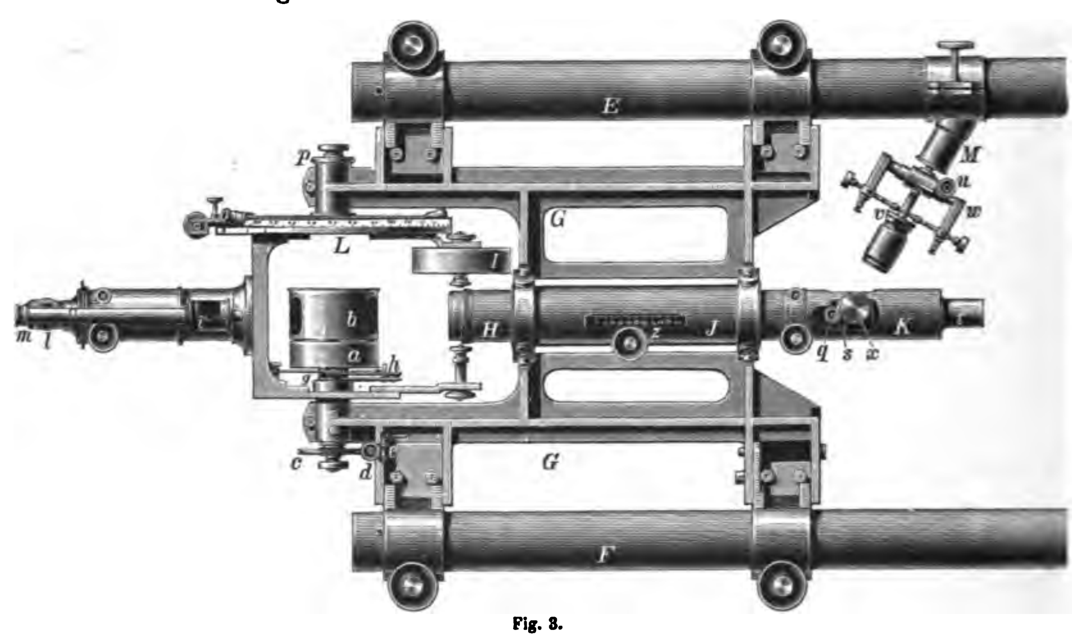


Fig. 3.

p gehalten, und kann, wenn letztere gelöst sind, so gedreht werden, dass jeder Theilstrich auf den Index gebracht werden kann, während das Beobachtungsfernrohr auf den Spalt gerichtet ist. Für gewöhnlich wird in dieser Stellung die Ablesung 0° gewählt; es resultirt dann nachher für jede Stellung der Ablesung direkt die Ablenkung. *h* ist Klemme und Tangentialfeinbewegung für das Beobachtungsteleskop. Der Nonius wird durch die elektrische Lampe *i* beleuchtet.

Zwei Beobachtungsobjektive sind vorhanden; das eine, in der Figur abgebildete, hat $1^1/_2$ *Zoll* Oeffnung und 10 *Zoll* Brennweite. Die Brennweite des anderen ist doppelt so gross; dieses wird in Verbindung mit dem Gitter für Untersuchungen am Sonnenspektrum benutzt. Das Mikrometer *m* passt für beide Fernrohre; bei dem kleineren Fernrohre entspricht eine Schraubenumdrehung des Mikrometers 3′ 10″,8. Die Lampe *i* beleuchtet gleichzeitig auch die Mikrometerfäden; für diese letztere Beleuchtung kann die Farbe entsprechend den zu untersuchenden Theilen des Spektrums mit Hilfe von farbigen Gläsern verändert werden; die Moderirung geschieht durch Drehen der Hülse *l*, welche ein kleines Reflexionsprisma enthält.

Die Okulare geben Vergrösserung von 7 und 13 mal, das Beobachtungsfernrohr ist durch das Gewicht I ausbalanzirt.

Dem Spektroskope sind drei Prismen beigegeben, welche leicht mit einander umgewechselt werden können. Zwei derselben sind einfache Prismen mit 30° bezw. 60° brechendem Winkel, das dritte ist ein zusammengesetztes von starker Dispersion. Sie werden auf dem Tischchen *a* befestigt und sind durch die Kappe *b* gegen äusseres Licht geschützt. Der Tisch *a* ist an dem Ende einer langen konischen Axe, welche durch den hohlen Zapfen des Beobachtungsfernrohres hindurchgeht, befestigt; durch die am anderen Ende der Axe befindliche gezahnte Scheibe *c* kann dem Tischchen vermittels der Tangentialschraube *d* eine feine Drehung ertheilt werden. Die Schraube *d* kann ihrerseits durch den Hebel *e* ausgelöst werden, so dass der Tisch dann frei mit der Hand gedreht werden kann. Unterhalb des Tischchens ist auf der Axe eine Metallhülse angebracht, an welcher ein Apparat zur Herstellung des Minimums der Ablenkung angreift (*g*). Derselbe ist so eingerichtet, dass für jede Farbe das Minimum der Ablenkung von selbst sich einstellt, sobald dies einmal für eine Farbe geschehen ist. Bei Benutzung von Gittern ist dieser Apparat ausgeschaltet.

Bei *M* ist der Apparat zur Erzeugung von Vergleichspektren auf einer der Trägerröhren angebracht. Bei *w* befindet sich der Elektrodenträger, der durch den Zahntrieb *u* justirt wird. Durch Drehung des Elektrodenhalters kann eine Bewegung senkrecht hierzu hervorgebracht werden. Durch eine Linse *v* wird das Bild des Funkens auf den Spalt projizirt, und da die Winkelöffnung dieser Linse grösser ist als diejenige des Kollimatorobjektivs, so wird die ganze Oeffnung des Kollimators durch das Licht des Funkens erfüllt. Zur Moderirung des Funkenlichtes dient ein verschiebbarer Keil aus neutralem Rauchglase. Der Elektrodenhalter kann natürlich durch einen Halter für Geissler'sche Röhren ersetzt werden.

3. Das Objektivprisma der Cambridger Sternwarte.

Das Objektivprisma stellt die älteste Form des Sternspektroskopes dar und ist zuerst von Fraunhofer angewendet worden. Die Vorzüge desselben sind im allgemeinen grössere Lichtstärke, einfachste Konstruktion und bei Verwendung der Photographie die Möglichkeit, von sämmtlichen im Gesichtsfelde vorhandenen Sternen gleichzeitig die Spektra zu erhalten; in dieser Form eignet es sich also vornehmlich zu spektroskopischen Durchmusterungen. Dem gegenüber treten eine Reihe von Nachtheilen auf. Soll die Lichtstärke des Fernrohres wirklich ganz ausgenutzt werden, so muss das Prisma den Durchmesser des Objektivs besitzen und wird damit zu einem sehr kostspieligen und schwierig anzufertigenden Objekte. Die grosse Glasmasse des Prismas und seine nothwendigerweise etwas schwere Montirung bewirkt eine beträchtliche Belastung des bei den meisten Refraktoren längeren Objektivendes des Rohres, die am Okularende ausgeglichen werden muss und in vielen Fällen eine merkliche Durchbiegung des Rohres verursachen wird.

Eine ausgedehnte Anwendung hat das Objektivprisma in den letzten Jahren durch Pickering auf der Sternwarte des *Harvard College in Cambridge, Mass.* erfahren, der über dasselbe im folgenden Sinne berichtet:

Das Objektivprisma besitzt den Vortheil, dass der Lichtverlust sehr gering ist, dass die Spektra aller Sterne, welche sich im Gesichtsfelde befinden, gleichzeitig photographirt werden können, und dass kleine Fehler in der Fortführung

des Instruments durch das Uhrwerk unwesentlich sind. Man lässt vielmehr die Uhr etwas langsamer oder schneller gehen als nach Sternzeit, damit das Spektrum nicht linienförmig, sondern etwas breiter wird. Das Prisma muss also so vor dem Objektiv befestigt werden, dass die Richtung der täglichen Bewegung parallel zur brechenden Kante des Prismas liegt. Die Grösse der Bewegung auf der Platte, d. h. also die Breite des Spektrums kann man je nach der Helligkeit des Sterns einrichten. Aenderungen in der Refraktion oder überhaupt solche, welche die Deklination beeinflussen, ändern nur die Richtung der Spektrallinien; sie stehen nicht mehr senkrecht zur Längsrichtung, sondern schräg gegen dieselbe.

Ein Nachtheil in der Anwendung des Objektivprismas beruht darauf, dass mit demselben keine Vergleichsspektra irdischer Lichtquellen erhalten werden können; es ist also bei Untersuchungen über die Eigenbewegung der Fixsterne im Visionsradius nicht zu verwenden, sofern nicht Systeme enger Doppelsterne vorliegen, bei denen die relativen Veränderungen der Geschwindigkeiten im Visionsradius auch mit dem Objektivprisma erkannt werden können. So hat Pickering in der That die engen Systeme β *Aurigae* und ζ *Ursae Majoris* mit Hilfe des Objektivprismas entdeckt. Den Umstand, dass die Anbringung oder die Fortnahme des Objektivprismas am Fernrohr mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist, hat Pickering auf eine praktische Weise beseitigt, die allerdings eine noch weitere Belastung des Fernrohrs im Gefolge hat.

Das oder die Prismen befinden sich in einer Messingbüchse, welche an zwei Axen drehbar vor dem Objektiv befestigt und durch Gegenwichte ausbalanzirt ist. Man kann nun mit leichter Mühe das Prisma durch Drehung der Büchse von dem Objektive wegschlagen; es sitzt alsdann seitlich am Rohre und behindert den Strahlengang durchaus nicht mehr. Es dürfte für derartige Einrichtungen stets erforderlich sein, wie dies auch im vorliegenden Falle geschehen ist, dass bei der Montirung des Fernrohrs gleich auf aussergewöhnliche Festigkeit desselben Gewicht gelegt wird.



Fig. 4.

Die beifolgende Figur 4 lässt die eben kurz beschriebene Einrichtung klar erkennen.

Es mag noch erwähnt werden, dass die mit derartigen Objektivprismen erhaltenen Aufnahmen in Cambridge bereits die Anzahl von vielen Tausenden erreicht haben, die zu einzelnen bemerkenswerthen Entdeckungen schon geführt haben, im Ganzen aber ein ungeheures Material repräsentiren, dessen im astronomischen Sinne streng wissenschaftliche Bearbeitung wohl kaum durchführbar sein dürfte, trotz der grossen Anzahl von Rechnern u. s. w., die mit der Reduktion der Aufnahmen betraut sind. Ueberhaupt erinnert die enorme Thätigkeit der *Harvard College* Sternwarte auf dem Gebiete der Astrophysik mehr an grossindustrielle Betriebe als an wissenschaftliche Thätigkeit etwa im deutschen Sinne.

4. Das neue Spektroskop des Halsted Observatory.

Das grosse Sternspektroskop, welches Young für den 23zölligen Refraktor der genannten Sternwarte konstruirt hat, ist eine Art von Universalinstrument, d. h. es soll zu spektroskopischen Untersuchungen an der Sonne, zu direkten Beobachtungen von Sternspektren und auch zur photographischen Aufnahme der letzteren dienen, behufs Untersuchung der Eigenbewegung der Fixsterne im Visionsradius. Die Potsdamer Untersuchungen haben indessen gezeigt, dass gerade für Beobachtungen der letzteren Art eine ausserordentliche Stabilität des Instruments die Hauptsache ist, und eine solche ist gerade bei Universalapparaten sehr schwer zu erreichen, da ja alle Theile eine gewisse Beweglichkeit besitzen müssen, um gleichzeitig verschiedenen Zwecken dienen zu können.

Das Young'sche Spektroskop (Fig. 5) ist an vier Stahlstangen befestigt, welche ihrerseits an einem drehbaren Ringe am Okularende des Refraktors angebracht sind, so dass das ganze Spektroskop leicht um die Kollimatoraxe gedreht werden kann. Der Kollimator selbst kann sowohl auf die optische

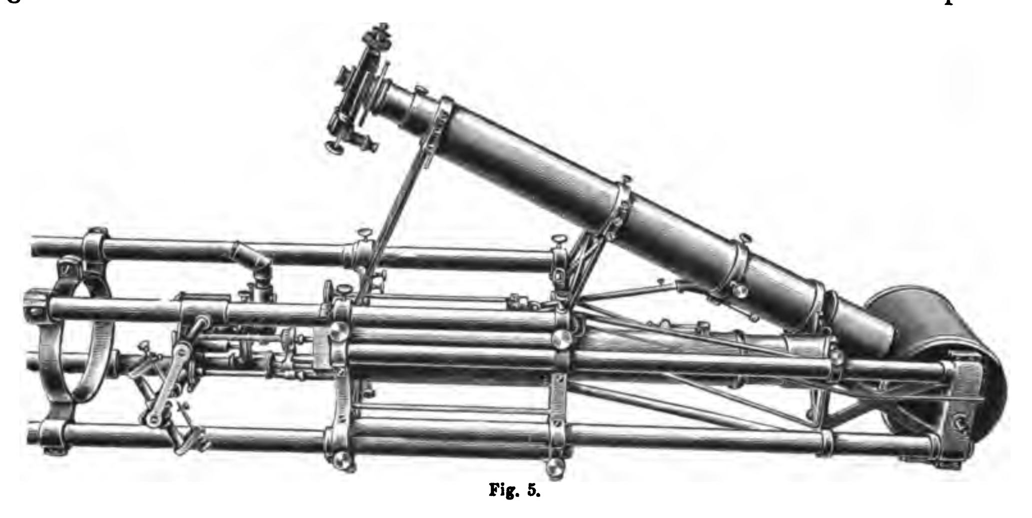


Fig. 5.

Axe zentrirt, als auch in derselben verschoben werden, so dass der Spalt in den Brennpunkt jeder Strahlengattung gebracht werden kann. Auch ein „Rotationsprisma“ (wahrscheinlich ein rechtwinkliges Prisma, dessen Hypotenusenfläche parallel zur optischen Axe steht), kann nach Belieben vor den Spalt gestellt werden und setzt den Beobachter in den Stand, jede Stelle des Sonnenrandes parallel zum Spalte einzustellen, ohne das Spektroskop in unbequeme Lagen bringen zu müssen. Kollimator und Beobachtungsfernrohr haben Objektive von $2^1/_2$ *Zoll* Durchmesser und 40 *Zoll* Fokallänge und zwar je zwei, eins für optische, das andere für die photographischen Strahlen achromatisirt. Das Okular des Beobachtungsfernrohrs kann durch eine Kamera ausgetauscht werden. Das Rohr selbst ist durch ein Paar leichte, aber feste Arme unterstützt, welche an den Stahlträgern befestigt sind; es wird durch diese Arme in einer solchen Stellung erhalten, dass es die Lichtstrahlen vom Gitter oder Prismensatz zentrisch erhält. Wenn das Gitter benutzt wird, werden zwei kurze Arme verwendet, die das Fernrohr völlig fixiren; wird aber das Gitter durch den Prismensatz von vier Prismen ersetzt, so wird ein längeres Armpaar verwendet, welches so eingerichtet ist, dass es die Bewegung des Beobachtungsfernrohrs um einen beträchtlichen Winkel gestattet, wobei Vorrichtungen getroffen sind, es in jeder Stellung festzuklemmen.

Wenn das Spektroskop fokussirt wird, werden die beiden Objektive vom Kollimator- und Beobachtungsfernrohr gleichzeitig und gleichviel durch eine sehr sinnreiche Vorrichtung bewegt, welche die beiden Objektive aneinander kuppelt und doch die Bewegung des Beobachtungsfernrohrs nicht hindert. Alle zum Justiren nothwendigen Bewegungen können vom Okularende des Beobachtungsfernrohrs aus bewirkt werden.

Für Sonnenbeobachtungen sind zwei Gitter vorhanden, von 20,000 und 14,000 Linien auf den Zoll; die Drehung der Gitter erfolgt ebenfalls vom Okularende aus. Das zur Beobachtung von Kometenspektren bestimmte Prisma hat 3 *Zoll* Oeffnung und einen brechenden Winkel von 25°. Die Rückfläche ist versilbert und reflektirt das Spektrum nach derselben Richtung hin wie das Gitter, so dass bei der Benutzung dieses Prismas keine weiteren Veränderungen am Apparate nothwendig werden.

Zur Beobachtung von Sternspektren wird ein Satz von vier grossen *Compound*prismen benutzt, welche aus Jenaer Glas hergestellt sind; dieselben geben für die *H* Linie ein Minimum der Ablenkung von 165°. Sie sind in einer Metallbüchse so mit einander verbunden, dass sie stets gleichzeitig sich im Minimum der Ablenkung befinden. Dass bei ihrer Benutzung das Beobachtungsfernrohr eine andere Lage erhalten muss, ist bereits erwähnt.

Ueber ein neues abgekürztes Fernrohr.

Von

Dr. K. Steinheil in München.

Bekanntlich lässt sich für ein Fernrohr von bestimmter Oeffnung dieselbe Vergrösserung in verschiedener Art erreichen: Einmal bei längerer Brennweite des Objektivs in Verbindung mit einem schwächeren Okular, das andere Mal bei kürzerer Brennweite des Objektivs unter Anwendung eines stärkeren Okulars. Im ersteren Fall ist die Leistung des Objektivs eine stärkere, indem die einzelnen Gegenstände von demselben grösser abgebildet werden und nur eine schwächere Okularvergrösserung nöthig machen, um die vorgeschriebene Vergrösserung des Fernrohrs zu erreichen; ist dagegen die Brennweite des Objektivs kurz, so werden die Gegenstände vom Objektiv kleiner abgebildet, und es muss eine stärkere Okularvergrösserung angewendet werden, um auf dieselbe Vergrösserung des Gesammtfernrohres zu kommen; es muss also im letzteren Fall das Okular mehr leisten als im ersteren. Das Luftbild des Objektivs ist in der Regel viel grösser, als es benutzt wird; wieviel davon benutzt werden kann, ist in doppelter Weise vom Okular abhängig, da beim Okular zwei wesentliche Eigenschaften zu unterscheiden sind: seine Aequivalentbrennweite und das scheinbare Gesichtsfeld, dessen Benutzung noch zulässig ist. Okulare von verschiedener Konstruktion ertragen verschiedene Durchmesser der Lichtbüschel im Verhältniss zu ihrer Aequivalentbrennweite und verschiedenes scheinbares Gesichtsfeld. Letzteres drückt man am geeignetsten als Winkel aus und zwar ist es dann derjenige Winkel, unter welchem der Durchmesser der Blende für das Okular vom Augenort aus erscheint.

Für ein Fernrohr bestehen dann folgende Beziehungen: 1) Die Vergrösserung ergiebt sich aus der Brennweite des Objektivs, dividirt durch die Brennweite des Okulars. 2) Das wirkliche Gesichtsfeld des Fernrohrs ergiebt sich aus

dem scheinbaren Gesichtsfeld des Okulars dividirt durch die Vergrösserung. 3) Das Lichtbüschel (die Helligkeit des Fernrohrs) findet sich, wenn man die wirksame Oeffnung des Objektivs durch die Vergrösserung dividirt.

Nennt man die Brennweite des Objektivs a, die des Okulars b, die Oeffnung des Objektivs h, den halben benutzten Gesichtsfeldwinkel des Objektivs α, den gleichen des Okulars β, bezeichnen ferner v und h' die Vergrösserung und den Durchmesser des Lichtbüschels, so lassen sich die oben aufgestellten Beziehungen in folgender Form darstellen:

$$1)\quad v = \frac{a}{b};$$

$$2)\quad tg\,\alpha = \frac{tg\beta}{v} = \frac{b}{a}\,tg\,\beta;$$

$$3)\quad h' = \frac{h}{v} = h\frac{b}{a};$$

Mit Hilfe dieser drei Formeln lässt sich für jedes Fernrohr das Wissenswerthe ableiten aus den Angaben, wie sie sich in den meisten Preisverzeichnissen finden.

Wird die Aequivalentbrennweite des Okulars kurz, so ist der Durchmesser der Okularblendung klein, so dass bei mikrometrischen Messungen gewöhnlich nur ein kleines Ringmikrometer angewendet werden kann oder dass bei Messung mit einem Fadenmikrometer dem gleichen Gesichtsfeldwinkel des Fernrohrs eine viel kleinere Bewegung der Mikrometerschraube entspricht, als wenn dieselbe Vergrösserung mittels eines schwachen Okulares erreicht werden kann; ebenso werden die im Bildfelde des Objektivs liegenden Fäden bei Anwendung des starken Okulares stark mitvergrössert, so dass sie oft Punkte, auf welche eingestellt werden soll, völlig überdecken. Alle diese Gründe sprechen also für Messzwecke für die erstere der am Anfang besprochenen beiden Arten von Fernrohren; dieselben werden für astronomische Messungen ja auch stets angewendet, sind aber für terrestrische Messungen wegen ihrer Unhandlichkeit völlig unbrauchbar, sodass man bisher auf diesem Gebiet immer auf die kurzen Fernrohre mit starken Okularen angewiesen war. Herr Prof. Jadanza[1]) hat nun auf eine Fernrohrkonstruktion hingewiesen, welche die Vortheile der langen und der kurzen Fernrohre bis zu einem gewissen Grade vereinigt. In dieser Abhandlung des Herrn Jadanza, welche einen durchweg analytischen Charakter trägt, ist eine wirkliche Konstruktion eines solchen, von Herrn Jadanza selbst „Abgekürztes Fernrohr“ genannten Fernrohres nicht gegeben, da die aufgestellten Bedingungsgleichungen zum Zustandekommen eines richtigen Bildes keineswegs ausreichend sind; doch scheint schon damals ein solches abgekürztes Fernrohr ausgeführt worden zu sein, über dessen wirkliche Leistungsfähigkeit ich aber nichts erfahren konnte.

Wählt man für ein solches abgekürztes Fernrohr eine ähnliche Konstruktion, wie sie von Dr. Adolf Steinheil für ein photographisches Fernrohr[2]) angewendet wurde, so gelingt es wirklich, die Vortheile der beiden oben besprochenen Fernrohrkonstruktionen zu vereinigen, d. h. ein Fernrohr zu konstruiren, welches bei nicht zu grossen Dimensionen unter Anwendung eines schwachen Okulares eine starke Vergrösserung zeigt.

Man lässt zu diesem Zwecke in den von einem Objektiv mit sehr kurzer Brennweite kommenden Lichtkonus ein Negativsystem eingreifen, welches die

[1]) *Zentralzeit. für Optik und Mechanik. Jahrgang 1885. S. 97.*

[2]) *Photogr. Correspondenz 1892. S. 61.*

Aequivalentbrennweite des Objektives um viel mehr vergrössert als die Länge des ganzen Fernrohrs. Dadurch dass man das Objektiv und das Negativsystem als ein ganzes rechnet, d. h. nur von Objektiv und Negativsystem zusammen ein gutes Bild verlangt, gelingt es, ein System zu erhalten, welches allen Anforderungen, die an ein Fernrohrobjektiv gestellt werden müssen, entspricht. Von dem Abstand, in welchem man die Negativlinse von bestimmter Brennweite vom Objektive aufstellt, ist die Vergrösserung und die Länge des ganzen Fernrohrs abhängig und zwar nehmen beide ab, wenn der Abstand wächst. Nennt man wieder die Brennweite des Objektivs allein a, den Abstand der Negativlinse von der Mitte des Objektivs r und die erreichte Vergrösserung m, so lässt sich die Länge l des ganzen Fernrohrs angenähert ausdrücken durch die Formel:

$$l = r + m\,(a - r);$$

oder umgekehrt lässt sich für ein gegebenes so konstruirtes Fernrohr die Vergrösserung rechnen; sie ist:

$$m = \frac{l - r}{a - r};$$

Da l, r, und a leicht gemessen werden können, wird so die Vergrösserung leicht gefunden. Die Bestimmung der Brennweite des Objektivs bildet trotz der Fehler, die dasselbe nothgedrungen haben muss, keine Schwierigkeit, da diese nur gering sind, so dass doch ein, wenn auch fehlerhaftes Bild zu Stande kommt.

Nach diesen Prinzipien wurde ein bestimmter Fall in der optisch-astronomischen Werkstatt von C. A. Steinheil Söhne nach einer von Herrn P. Zschokke durchgeführten Berechnung ausgeführt. Das Fernrohr genügte den gestellten Anforderungen vollkommen.

Das Objektiv[1]), bei welchem eine bikonvexe Kronglaslinse zwischen zwei Flintglasmenisken aus demselben Flintglas verkittet ist, hat eine Brennweite von 162 *mm*; der Abstand der ersten Fläche der Negativlinse von der letzten Fläche des Objektivs beträgt 120 *mm*, die Gesammtlänge 278, während die erreichte Aequivalentbrennweite sich auf 608 *mm* beläuft. Die erzielte Vergrösserung gegen das Bild des Objektives allein ist also eine 3,75 malige. Dabei sind die Krümmungsradien[2]) u. s. w. die folgenden:

$$H_0 = 20$$

$$\begin{array}{lll} D_1 = 3{,}8 & R_0 = \;\;75{,}18\; OZ & \\ & & \}\ \text{Flint}\ n_D = 1{,}61577 \\ & R_2 = \;\;43{,}23\; OZ & \\ D_3 = 9 & & \}\ \text{Kron}\ n_D = 1{,}51248 \\ & R_4 = 129{,}31\; UZ & \\ D_5 = 3{,}8 & & \}\ \text{Flint}\ n_D = 1{,}61577 \\ & R_6 = 539{,}09\; UZ & \end{array}$$

$$\beta - 162$$

$$D_7 = 120$$

$$\begin{array}{lll} & R_8 = 27{,}06\; UZ & \\ D_9 = 3{,}8 & & \}\ \text{Flint}\ n_D = 1{,}67391 \\ & R_{10} = 15{,}04\; UZ & \\ D_{11} = 2{,}3 & & \}\ \text{Kron}\ n_D = 1{,}49670 \\ & R_{12} = 17{,}30\; OZ & \end{array}$$

Man erzielt also hiermit bei einer wirksamen Oeffnung des Objektives von 40 *mm*, einer Gesammtlänge des Fernrohrs von 278 *mm* und einem Okular von einem Zoll (27 *mm*) eine 22-malige Vergrösserung. Erzielt man dieselbe Ver-

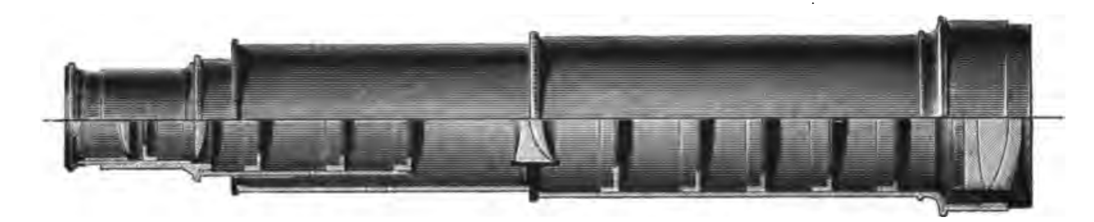
---

[1]) Es ist dies eine von der Firma C. A. Steinheil Söhne schon seit Jahren ausgeführte Objektivkonstruktion, welche bei vollständiger Schärfe noch $^1/_4$ Helligkeit hat.

[2]) Ich halte mich hier an die Bezeichnungen, wie sie im *Handbuch der angewandten Optik* von Steinheil und Voit durchgeführt sind.

grösserung und Helligkeit mit einem Objektiv von langer Brennweite und dem Okular von 1 Zoll, so wird die Länge des Fernrohrs 608 *mm*; erzielt man sie dagegen mit einem Objektiv von gleich kurzer Brennweite wie diejenige unseres Fernrohrobjektives allein und einem starken Okular, so wird die Länge des ganzen Fernrohrs 162 *mm*, aber das Okular wird 3,75 mal stärker und leidet deshalb an den oben geschilderten Mängeln, während die neue Kombination gegen das lange Fernrohr eine Verkürzung von mehr als die Hälfte liefert, ohne Anwendung eines stärkeren Okulars, also ohne die Nachtheile eines kurzen Fernrohres.

Unsere Figur zeigt das abgekürzte Fernrohr in gewöhnlicher Montirung. Das Negativsystem ist mit dem Objektiv fest verbunden, das Okular in einem beweglichen Stutzen wie bei einem gewöhnlichen Ablesefernrohr verschiebbar. Hat



man nur auf nicht allzuweit von einander entfernte Gegenstände einzustellen, so kann man das abgekürzte Fernrohr auch so montiren, dass Objektiv und Okular fest mit einander verbunden sind, das Negativsystem aber durch eine Triebvorrichtung verstellt werden kann. Die Einstellung geschieht dann durch Verstellen des Negativsystems, ganz ebenso wie dies bei Ablesefernrohren, welche ausser dem ersten Objektive von längerer Brennweite noch ein zweites im Inneren bewegliches mit kurzer Brennweite haben, durch Verstellung dieses letzteren geschieht.

Spiegelelektrometer für hohe Spannungen.

Von

Dr. A. Heydweiller in Würzburg.

Das Elektrometer beruht auf der gegenseitigen Wirkung eines Ringes und einer Kugel, welche auf die zu messende Spannung geladen werden, während die Umgebung sich auf dem Potential Null befindet. Diese Wirkung ist, gleichförmige Vertheilung der Elektrizität vorausgesetzt, Null bei konzentrischer Lage von Kugel und Ring und in sehr grossem Abstande beider. Führt man die Kugel längs der Axe des Ringes aus der einen Lage in die andere über, so wächst mithin die Kraft bis zu einem Maximum, um dann wieder abzunehmen. In der Lage der Maximalwirkung ist die Kraft nur in geringem Maasse von dem Abstand zwischen Kugel und Ring abhängig; ferner ist sie in Bezug auf Verschiebungen senkrecht zur Axe ein Minimum, und die Kugel befindet sich daher in einem nahe gleichförmigen Feld. Dass die Bedingung gleichmässiger Elektrizitätsvertheilung nicht erfüllt ist, beeinträchtigt, wie die Erfahrung lehrt, die Vortheile der Anordnung bei der praktischen Ausführung nicht.

Das Instrument ist im Wesentlichen eine Drehwaage. In eine an harten Messingdrähten von 0,1 *mm* Dicke und 9 bis 10 *cm* Länge bifilar aufgehängte Kugel *A* von 3,5 *cm* Durchmesser sind seitlich zwei horizontale, passend gebogene Arme *a* eingeschraubt, die in Kugeln *b* von 2 *cm* Durchmesser enden. Die Bifilaraufhängung ist zum Schutz gegen Glimmentladungen in eine Röhre *B* von 3,5 *cm* äusserem Durchmesser eingeschlossen und kann innerhalb derselben vertikal verschoben werden. An diese Röhre sind seitlich zwei Ringe *R* von 10 *cm* Durchmesser aus 0,5 *cm* dickem Draht so befestigt, dass die beiden 2 *cm*-Kugeln auf ihren horizontalen Axen liegen, und die von den Ringen auf sie ausgeübten Drehungsmomente sich addiren. Oben in die Röhre wird der mit einer Klemmschraube für die Zuleitung versehene Knopf *k* eingeschoben, der die Bifilaraufhängung trägt; der Fadenabstand der letzteren kann ungefähr im Verhältniss 1:2:4, ihre Richtkraft also im Verhältniss 1:4:16 geändert werden. Alle diese Theile bestehen aus Messing. In die mittlere, die 3,5 *cm*-Kugel ist ein unten dünn ausgezogener Glasstab *C* eingekittet, der den Spiegel *S* und einen Dämpferflügel *D* trägt. Die Dämpfung wird bei den grösseren Richtkräften in ausgezeichneter Weise durch ein Pflanzenöl (Mohn- oder Rüböl) besorgt; bei der kleinsten Richtkraft ist ein leichtflüssigeres Oel (Vaselinöl) rathsam. Das Gewicht des Bifilarkörpers beträgt etwa 370 *g*. Die Röhre *B* wird von einem längs eines Holzstabes *H* vertikal verschiebbaren Ebonitring *E* getragen, und das Ganze zum Schutz gegen äussere Influenz, um die Konstanz des Reduktionsfaktors zu sichern, von einem weiten konzentrischen Zinkzylinder umgeben, der zur Erde abzuleiten ist. Fig. 1 giebt eine Ansicht des Apparates, der in bester Ausführung aus der Werkstatt des Herrn Universitätsmechanikers W. Siedentopf in Würzburg hervorgegangen ist; Fig. 2 zeigt, von oben gesehen, die gegenseitige Lage der Ringe und Kugeln.

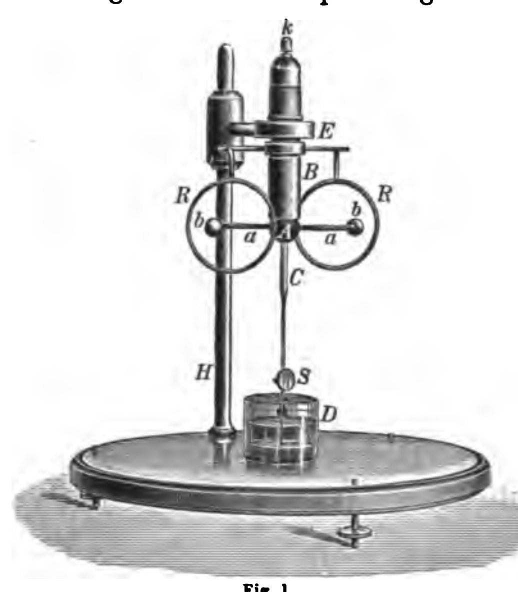


Fig. 1.

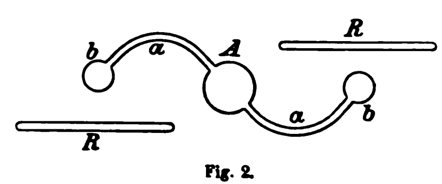


Fig. 2.

Die Prüfung, Graduirung und Aichung des Instrumentes geschah durch Vergleichung mit der absoluten Kirchhoff-Thomson'schen Elektrometerwaage mit Schutzringkondensator[1]); die bewegliche Platte des letzteren hat einen Durchmesser von 12,087 *cm* bei 18° C, der Schutzring einen inneren Durchmesser von 12,338 *cm*, einen äusseren von etwa 24 *cm*, die feste Platte einen solchen von etwa 20 *cm*. Der Kondensator wurde bei drei verschiedenen Plattenabständen: 1,627; 1,221; 0,823 *cm* benutzt, für welche sich seine Kapazität nach

[1]) Derselbe ist gleichfalls von Herrn Siedentopf für das hiesige physikalische Institut hergestellt worden.

der bekannten Maxwell'schen Formel[1]) mit Hilfe der vorstehenden Angaben berechnet zu: 5,727; 7,630; 11,318 e. s. E.

Der Zeiger der Waage wurde mit Hilfe eines Spiegels mit demselben Fernrohr beobachtet, welches auch für das Spiegelelektrometer diente, und bei langsam gesteigertem Potential der Ausschlag des letzteren in dem Augenblick abgelesen, in welchem der Zeiger sich in Bewegung setzte, die Anziehung der Platten also dem aufgelegten Gewichte entsprach. Es wurden bei jeder Belastung mehrere Ablesungen gemacht, die auf einige Zehntelskalentheile übereinstimmten. Die so erhaltene Genauigkeit ist vollkommen ausreichend.

Die Ausschläge des Spiegelelektrometers werden im Folgenden durch die auf Bögen reduzirten Ablesungen an einer Millimeterskale in 1 *m* Abstand vom Spiegel angegeben. Es wurde zunächst bei mittlerer Empfindlichkeit des Instrumentes die Abhängigkeit des einer bestimmten Spannung entsprechenden Ausschlags von der gegenseitigen Lage der Kugeln und Ringe festgestellt, und zwar wurden erstens die Kugeln längs der Axe der Ringe in verschiedene Abstände von diesen gebracht.

Es bezeichne a den mittleren Abstand in Zentimeter zwischen dem Mittelpunkte jeder Kugel von dem des gegenüberstehenden Ringes, wobei zu bemerken ist, dass die eine Kugel um 0,5 *cm* weiter von ihrem Ring entfernt ist als die andere, weil durch diese Unsymmetrie eine Verbreiterung des Maximalbezirks erreicht wird. n sei die auf Bögen reduzirte Ablesung für den Ausschlag des Spiegelelektrometers, welcher der Belastung 5 *g* der Waage bei 1,627 *cm* Plattenabstand entspricht. Es ergab sich für

$a =$	0,3	1,3	2,5	3,1	3,3	3,6	3,8	4,1	4,35 *cm*
$n =$	15,6	71,7	126,1	132,2	134,4	135,4	136,3	136,3	135,5 *p*

$a =$	4,6	5,1	5,5	6,0 *cm*
$n =$	134,7	129,7	124,9	116,7 *p*

Bei den weiteren Messungen erhielten die Kugeln in der Gleichgewichtslage den konstanten mittleren Abstand 3,1 *cm* von den Ringen.

Zweitens wurden bei der grössten Richtkraft die Ringe vertikal um je 0,5 *cm* nach oben und unten aus der Mittellage verschoben, und die der Belastung 10 *g* der Waage bei 1,627 *cm* Plattenabstand entsprechenden Ausschläge bestimmt. Es war:

$n =$ 65,35 Kugeln 0,5 *cm* über der Ringaxe,
65,30 Kugeln in Mittellage,
65,54 Kugeln 0,5 *cm* unter der Ringaxe.

Diese Zahlen lassen die ziemlich ausgedehnte Gleichförmigkeit des Feldes und den geringen Einfluss von Orientirungsfehlern auf den Reduktionsfaktor des Instrumentes erkennen.

Die folgende Tabelle enthält das Ergebniss einer Graduirung bei mittlerer Empfindlichkeit des Spiegelelektrometers und 1,627 *cm* Plattenabstand des Schutzringkondensators. Die erste Spalte giebt die Belastungen der Waage m in Gramm, die zweite die entsprechenden auf Bögen reduzirten Ablesungen n für das Spiegelelektrometer in Skalentheilen, die dritte die Quotienten n/m, und die vierte die Abweichungen δ der letzteren Werthe von dem Mittelwerth in Prozenten. Bei der Bildung des Mittelwerthes sind die beiden ersten Werthe ausgeschlossen, weil

---

[1]) Maxwell, *Electr. and Magn. I, Art. 201.*

sie bei der Kleinheit der Ausschläge und mangelnder Empfindlichkeit der Waage nicht auf 1 % genau sind.

m	n	n/m	δ
0,50 g	13,31	(26,62)	— 1,13 %
1,00	26,43	(26,43)	— 1,86
2,00	53,40	26,70	— 0,82
3,00	80,13	26,71	— 0,79
4,00	107,43	26,86	— 0,22
5,00	134,35	26,87	— 0,18
6,00	161,84	26,97	+ 0,18
7,00	189,35	27,05	+ 0,48
8,00	216,58	27,07	+ 0,56
9,00	243,6	27,07	+ 0,56
10,00	270,2	27,02	+ 0,37
12,00	322,3	26,86	— 0,26
		Mittel 26,92	

Die Ausschläge zwischen 50 und 400 Skalentheilen (bei 1000 p Skalenabstand) oder zwischen 0,025 und 0,4 abs. Bogenmaass (1,5° bis 12°) sind also bis aut höchstens 0,9 % den Quadraten der gemessenen Spannungen proportional. Für die Proportionalität zwischen Spannung und Quadratwurzel aus dem Ausschlag betragen die Abweichungen nur die Hälfte; dieselbe ist also innerhalb der angegebenen Grenze auf 1 % genau anzunehmen.

Der Reduktionsfaktor R des Instrumentes, mit dem die Quadratwurzeln aus den Skalenablesungen n zu multipliziren sind, um die Spannungen in *c. g. s.* Einheiten (elektrostatisches Maass) zu erhalten, berechnet sich mit Hilfe der vorstehenden Angaben nach der Formel

$$R = \sqrt{\frac{2gd}{c}\,\frac{m}{n}},$$

worin g die Schwerebeschleunigung (981,0 cm/sek^2 für Würzburg), d der Plattenabstand und c die entsprechende Kapazität des Schutzringkondensators ist; es ergiebt sich für die mittlere Empfindlichkeit des Instrumentes:

$$R_2 = 4{,}550.$$

Aichungen, die für die grösste Richtkraft mit den drei oben erwähnten Plattenabständen vorgenommen wurden, ergaben für jene die Werthe

$$R_1 = 9{,}218;\quad 9{,}218;\quad 9{,}202,\ \text{im Mittel}\ 9{,}215,$$[1])

wenn man dem letzten Werth wegen der geringeren Genauigkeit der Messung bei dem kleinsten Plattenabstand nur das halbe Gewicht beilegt.

Da für die kleinste Richtkraft der Werth von R etwa $^1/_4$ des letzten Werthes beträgt, so eignet sich das vorliegende Elektrometer zur Messung von Spannungen zwischen 20 und 200 *e. s.* Einheiten oder 6000 und 60000 *Volt* mit der Genauigkeit von 1 % ohne jede Graduirung. Bei Ausführung der letzteren kann man die Grenzen des Messbereichs und der Genauigkeit erheblich erweitern. Jedoch ist zu bemerken, dass für sehr hohe Spannungen, über 35000 *Volt*, die Isolirung

[1]) Die Richtkraft der Bifilaraufhängung lässt sich leicht so abändern, dass sehr nahe $R_1 = 10$, $R_2 = 5$, $R_3 = 2{,}5$ wird.

bei feuchtem Wetter zu wünschen übrig lässt, und ich würde empfehlen, für solche Messungen das ganze Instrument unter Fortlassung des Dämpfers in Oel einzusetzen, durch dessen Oberfläche nur der mit starker Isolirhülle versehene Zuleitungsdraht hindurchtreten dürfte.

Anderen ähnlichen Instrumenten (namentlich dem Righi'schen Reflexionselektrometer[1]) gegenüber hat das vorstehend beschriebene eine Reihe von Vorzügen.

1. Der Reduktionsfaktor ist von Orientirungsfehlern nahezu unabhängig und mit der Zeit kaum veränderlich.

2. Bei mässiger Genauigkeit (1 %) kann man innerhalb ziemlich weiter Grenzen die Spannungen den Quadratwurzeln aus den Ausschlägen proportional setzen.

3. Die für eine bestimmte Empfindlichkeit (Richtkraft) ausgeführte Graduirung gilt auch für jede andere Empfindlichkeit des Instruments; man kann daher die Empfindlichkeit bei der Graduirung derjenigen des Vergleichsinstrumentes anpassen.

4. Nullpunktsverschiebungen (Kriechen), wie sie beim Righi'schen Instrument oft in störender Weise auftreten und nach Quincke[2]) bis $^1/_{20}$ des Ausschlags betragen können, kommen hier bei den grossen Richtkräften nicht vor. Die Dämpfungsflüssigkeit lässt sich übrigens mit Leichtigkeit reinigen oder erneuern, ohne die Empfindlichkeit zu ändern.

Dazu kommt noch die einfache Konstruktion[3]), die das gleiche Prinzip vielleicht auch mit Vortheil bei Elektrometern für niedrige Spannungen verwendbar macht.

Würzburg, September 1892.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Zirkeleinsatz für Winkeldrittelung und Winkelkonstruktion.

Die Vorrichtung (Fig. 1) besteht aus dem Einsatzstück DE, welches zum Einsetzen in einen Einsatzzirkel dient, und dem Gabelstück BC. Beide Theile sind bei E durch einen Stift derart verbunden, dass die Spitzen B und C des Gabelstückes bei jeder Oeffnung des Zirkels mit der Zirkelspitze A (durch Aufstellen auf das Papier) in eine gerade Linie gebracht werden können.

Fig. 1.

Die Anwendung geschieht in folgender Weise: Um einen beliebigen, jedoch weniger als 120° betragenden Winkel NOP (Fig. 2) zu dritteln, trägt man auf dem Schenkel ON die Entfernung BC des Instrumentes gleich OM ab, schlägt mit dieser Entfernung um M einen Kreis, bezw. Bogen, und zieht MQ parallel OP. Dann setzt man die Zirkelspitze A in O ein und bewegt die Spitze C des Gabelstückes vorsichtig

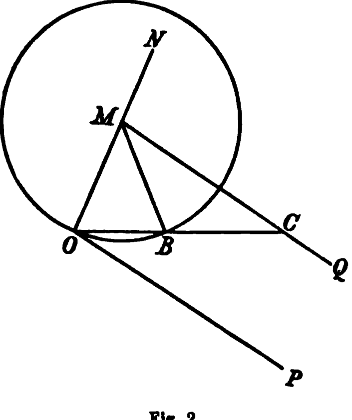


Fig. 2.

---

[1]) Righi, *N. Cim. (II.)* **16**. *S. 89. (1876.)*

[2]) Quincke, *Wied. Ann.* **19**. *S. 566. 1883.*

[3]) Herr Siedentopf liefert den Apparat für 140 Mark, mit besonders gutem Spiegel für 150 Mark; ein mit dem Apparat fest verbundenes Fernrohr mit Millimeterskale in 500 *mm* Abstand vom Spiegel würden den Betrag um etwa 50 Mark erhöhen.

auf MQ, bis die Spitze B genau die Kreisperipherie trifft. OB ist dann die Drittelungslinie des Winkels NOP, wie sich aus folgender Ueberlegung ergiebt:

Zieht man den Halbmesser MB, so ist Winkel $POC = OCM = CMB = MBO/2 = MOB/2$. Da nun Winkel $POC + MOB = NOP$ ist, POC sich aber zu MOB wie $1:2$ verhält, so ist POC der dritte Theil des Winkels NOP.

Man kann in der beschriebenen Weise auch die Winkel zwischen 120° und 135° dritteln. Die Drittelungslinie derselben schneidet indess den Kreisumfang unter einem sehr spitzen Winkel, wodurch die genaue Bestimmung des Punktes B erschwert wird. Man wendet daher für diese Winkel die für Winkel von 135° bis 240° gebotene Art der Drittelung an, indem man den zu drittelnden Winkel halbirt und dann die Hälfte drittelt.

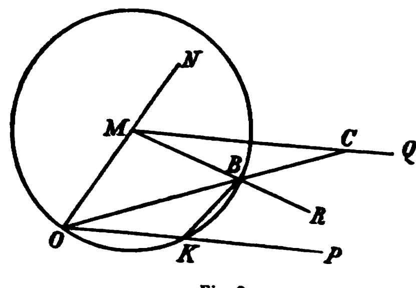


Fig. 3.

Winkel von 240° bis 360° drittelt man, indem man zunächst den Ergänzungswinkel drittelt und an der ermittelten Drittelungslinie des letzteren im Scheitelpunkt den Winkel von 120° so anträgt, dass derselbe das durch die Drittelungslinie abgetheilte Drittel des Ergänzungswinkels deckt. Der so entstandene Schenkel des Winkels von 120° ist dann die Drittelungslinie des Winkels zwischen 240° und 360°.

Um ein Beispiel für die Eigenschaften des Zirkeleinsatzes als Instrument für Winkelkonstruktion zu geben, zeigt Fig. 3 die Winkel, welche sich bei der Drittelung des Winkels $NOP = 60°$ ergeben. Zieht man nach durchgeführter Drittelung den beliebig bis R verlängerten Halbmesser MB und die Sehne BK, so ist:

Winkel POB	$= 20°$	Winkel OMB	$= 100°$
MOB	$= 40$	RBK	$= 110$
BKP	$= 50$	OKB	$= 130$
KBM	$= 70$	MBC	$= 140$
NMB	$= 80$	BCQ	$= 160$

Mit Hilfe des Instrumentes ist die Eintheilung des Transporteurs auf wissenschaftlichem Wege durchführbar.

Das gesetzlich geschützte Instrument wird bei C. Riefler in München gefertigt.

Hermes,
Hauptmann im Infant.-Regt. No. 128.

Referate.

Fortschritte in der physikalischen Chemie.

Von W. Nernst. *Jahrbuch der Chemie. I. 1891.*

Dem allgemein empfundenen Bedürfniss, aus der stets anwachsenden und mannigfach zerstreuten chemischen Literatur auszugsweise und nach gründlicher kritischer Sichtung übersichtlich zusammengestellte Mittheilungen über die neuesten Fortschritte der reinen und der angewandten Chemie zu erhalten, trägt das von Professor R. Meyer herausgegebene und von ihm mit einer Anzahl hervorragender Fachgenossen bearbeitete *Jahrbuch der Chemie* in erwünschter Weise Rechnung. Wenige Monate nach Abschluss des Berichtsjahres 1891 lag der erste Band des Jahrbuches in diesem Frühjahr vor, und fand, von den Chemikern dankbar begrüsst, alsbald nach Form und Inhalt die verdiente Anerkennung. Möchte das trefflich begonnene Werk sich lange hin weiterer Erfolge zu erfreuen haben. Die Fortschritte auf dem Gebiete der physikalischen Chemie behandelt W. Nernst auf den ersten 66 Seiten des Buches; es möchte auch für die

Leser dieser Zeitschrift vielleicht nicht ganz ohne Interesse sein, wenigstens die Art und die Richtung der neueren physikalisch-chemischen Forschung in ihren äussersten Umrissen vorgeführt zu sehen.

Während bis vor Kurzem die anorganische und besonders die organische Chemie fast allein das Interesse der Forscher beanspruchten, hat das bis dahin im Verhältniss zu jenen nicht allzu reichlich angebaute Grenzgebiet zwischen Physik und Chemie in den letzten fünf bis sechs Jahren zahlreiche neue Bearbeiter gefunden. Neben anderen Dingen ist es besonders die van't Hoff'sche Theorie der Lösungen, deren grosse Erfolge das wachsende Interesse der Chemiker erweckt haben und immer neue Jünger der physikalischen Chemie zuführen. Da die meisten chemischen Reaktionen in Lösung vor sich gehen, so ist ja ohne Weiteres ersichtlich, welche Bedeutung eine geeignete Auffassung von der Natur der Lösungen für das Verständniss aller chemischen Vorgänge gewinnen kann. Durch eine Reihe von Betrachtungen kam van't Hoff zu der Ueberzeugung, dass zwischen dem Zustande der Körper in verdünnter Lösung und dem Gaszustande eine sehr weitgehende Analogie bestehen müsse; das Lösungsmittel muss dabei die Rolle des leeren Raumes spielen, in welchem die Gasmolekeln sich ähnlich bewegen, wie die kleinsten selbständigen Theilchen des gelösten Stoffes in der verdünnten Lösung; je höher der Grad der Verdünnung ist, um so vollkommener wird für Lösungen die Giltigkeit der Gasgesetze werden. Damit ist die Möglichkeit gegeben, die mathematische Durchbildung, welche jene auf Grund der mechanischen Wärmetheorie erfahren haben, auch den Verhältnissen der Lösungen zu Theil werden zu lassen und auf diesem Wege Schlüsse zu ziehen, deren experimentelle Prüfung auch eine solche für die Theorie selbst werden konnte.

Eine sehr anschauliche Erläuterung der Analogie zwischen dem Zustand einer Lösung und dem Gaszustande geben die osmotischen Erscheinungen. Wird eine Rohrzuckerlösung so in reines Wasser gebracht, dass sie von diesem nur durch eine Ferrocyankupfermembran getrennt ist, so findet bekanntlich ein Strömen des Wassers in die die Rohrzuckerlösung enthaltende Zelle statt, während kein Rohrzucker von der genannten Membran nach aussen durchgelassen wird. Es wird also im Innern der Zelle eine Drucksteigerung stattfinden, welche schliesslich für gegebene Verhältnisse konstant wird und an einem Manometer gemessen werden kann. Da hat sich nun gezeigt, dass dieser osmotische Druck proportional der Konzentration der Lösung und proportional der Temperatur zunimmt, ganz wie es der Gasdruck nach dem Boyle'schen und dem Gay-Lussac'schen Gesetze thut, und dass ferner dieser Druck gleich demjenigen ist, welchen die gelöste Menge Rohrzucker ausüben würde, wenn sie unter den gegebenen Verhältnissen unzersetzt vergast werden könnte, also gleich dem Druck, den Wasserstoff ausüben würde, wenn ebenso viel Molekeln desselben in gleichem Volumen und bei gleicher Temperatur vorhanden wären als vom Rohrzucker; es gilt also auch das Avogadro'sche Gesetz für die Lösungen. Das Gesagte ist in seinem vollen Umfange nur für Rohrzuckerlösungen experimentell erwiesen worden; bei Anwendung von Lösungen anderer Stoffe sind mehrfache Abweichungen gefunden worden, welche aber, wie immer klarer hervortritt, nicht gegen die Theorie sprechen dürfen, sondern sich entweder auf Grund der weiter unten zu erwähnenden Betrachtungen erklären lassen oder auch vielmehr auf die ungewöhnlichen experimentellen Schwierigkeiten zurückzuführen sind, welche der genauen Bestimmung osmotischer Drucke vielfach entgegenstehen. Es dürfen darum die erwähnten osmotischen Erscheinungen mehr als ein sehr prägnanter Ausdruck der van't Hoff'schen Theorie bezeichnet werden, als dass sie für eine besonders glänzende Bestätigung dieser Ansichten anzusehen wären.

Eine solche hat die Theorie auf ganz anderem Gebiete gefunden. Wird ein Gas zusammengedrückt, so ist dazu Arbeit nöthig; dasselbe muss nach der Theorie für Lösungen der Fall sein, wenn ihre Konzentration vergrössert wird. Dies kann dadurch geschehen, dass ein Theil des Lösungsmittels der Lösung entzogen wird, indem derselbe

ausfriert oder verdampft; es leistet also der gelöste Stoff dem Gefrieren oder dem Verdampfen des Lösungsmittels einen gewissen Widerstand und erschwert diese Vorgänge. Der Gefrierpunkt einer Lösung wird dadurch niedriger, der Siedepunkt einer Lösung höher als der des reinen Lösungsmittels. Auf Grund thermodynamischer Betrachtungen dieser Verhältnisse gelangt man zu den Gesetzen, welche die Gefrierpunktserniedrigung und die Siedepunktserhöhung von Lösungen beherrschen, und diese Gesetze sind der wichtigste Prüfstein für die neuere Theorie der Lösungen geworden; sie haben sich in allen Fällen als giltig erwiesen, und auch, wo Ausnahmen sich zeigten, haben befriedigende Erklärungen für dieselben gefunden werden können. Schon ehe van't Hoff diese erwähnten Gesetzmässigkeiten näher begründete, hat Raoult solche empirisch festgestellt und gezeigt, dass die Gefrierpunktserniedrigung proportional der Anzahl der gelösten Moleküle ist. Später haben V. Meyer und Auwers auf den hohen Werth hingewiesen, den die Beobachtung der Gefrierpunktserniedrigung von Lösungen für die Bestimmung des Molekulargewichtes bietet, und seitdem Beckmann (*Zeitschrift für phys. Chem. 2. S. 638 und 4. S. 543*) sowohl für die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung als auch für diejenige der Siedepunktserhöhung seine trefflichen und bequemen Apparate angegeben hat, ist die genannte Methode der Molekulargewichtsbestimmung Allgemeingut der Chemiker geworden, und ihre mannigfache Anwendung hat immer neue zahlreiche Bestätigungen der van't Hoff'schen Theorie im Gefolge.

Bei einer grossen Zahl von Verbindungen stiess jedoch die Durchführung der Theorie anfangs auf Schwierigkeiten: die wässrigen Lösungen vieler Säuren, Basen und Salze, also hochwichtiger Verbindungen, verhalten sich nicht so, wie es die Theorie verlangt, sondern die von ihnen hervorgerufenen osmotischen Drucke, Gefrierpunktserniedrigungen, Siedepunktserhöhungen werden erheblich höher gefunden. Hier hat Arrhenius die richtige Erklärung gegeben. Uebt ein Gas stärkeren Druck aus als denjenigen, welcher aus den Gasgesetzen für die gegebenen Verhältnisse berechnet wird, so folgert man, dass es dissoziirt sein müsse. Es lag nun nahe, auch für die Lösungen der oben genannten Verbindungen eine ähnliche Erklärung heranzuziehen; es fragte sich nur, welches sind die Theile in welche die Molekeln der Säuren, Basen und Salze in Lösung zerfallen. Alsbald ersah man, dass alle genannten Körper Elektrolyte sind; in dem Maasse wie das Leitvermögen der Lösungen dieser Verbindungen mit zunehmender Verdünnung wächst, um schliesslich einen konstanten Werth zu erlangen, in derselben Weise nehmen auch die Abweichungen zu, welche diese Lösungen von den Gesetzen des osmotischen Druckes oder der Gefrierpunktserniedrigungen zeigen. Aus diesem Verhalten schloss Arrhenius, dass Elektrolyte in wässriger Lösung mehr oder weniger vollkommen in ihre Jonen dissoziirt seien; macht man diese Annahme, und setzt also bei Anwendung der Gasgesetze auf die wässrigen Lösungen von Elektrolyten statt der Anzahl der Molekeln diejenige der Jonen als der kleinsten selbständigen Theilchen ein, so findet man alsbald die gesuchte Uebereinstimmung zwischen Versuch und Rechnung. Aber noch mehr: Die auf den ersten Blick vielleicht etwas kühn erscheinende Hypothese des schwedischen Forschers, welcher sich in Deutschland sofort Ostwald anschloss, bewährte sich in mannigfacher Hinsicht; sie bringt, je weiter sie ausgebaut wird, Licht in bisher nicht oder schwer zu erklärende Erscheinungen, sie ordnet Thatsachen, welche einander scheinbar ganz fern sind, unter einheitliche Gesichtspunkte und gestattet Voraussagen, deren Erfülltwerden zu ihrer Bestätigung und ihrer weiteren Durchbildung beizutragen geeignet ist. Das sind aber alles Dinge, welche eine Theorie als berechtigt und lebensfähig erscheinen lassen, und darum hat auch die elektrolytische Dissoziationstheorie sich bald bei sehr vielen Chemikern Eingang verschafft, so schwer es Manchem, der an die alten Auffassungsweisen gewöhnt war, wohl auch geworden ist und auch noch wird, sich in die gänzlich neuen Vorstellungen einzuleben, welche die genannte Theorie mit sich bringt. Man muss natürlich von vornherein den Gedanken abweisen, dass alle Eigenschaften, welche ein Element im freien Zustande besitzt, ihm auch noch bleiben, wenn es als Jon auftritt; in dieser Gestalt

erscheint das Verhalten der Körper dadurch wesentlich abgeändert, dass die Jonen mit starker elektrischer Ladung behaftet sind und einen von dem der freien Elemente verschiedenen Energieinhalt besitzen. Es kann hier nicht der Ort sein, auf alle Errungenschaften der neueren Lösungstheorieen einzugehen, noch auch der vielfachen Anfechtungen zu gedenken, welche sie in der kurzen Zeit ihres Bestehens aus dem Felde zu schlagen hatten; wir müssen uns auch begnügen, bezüglich der Fortschritte, welche diese Theorien im Jahre 1891 gemacht haben, auf die übersichtliche und klare Zusammenstellung hinzuweisen, welche über diesen Gegenstand in der eingangs erwähnten Abhandlung uns vorliegt. Dasselbe gilt von den Fortschritten in der Erkennung der Gesetze der chemischen Statik und Kinetik, der Thermo- und der Elektrochemie. Jeder, welcher sich für die Entwicklung des Grenzgebietes zwischen Chemie und Physik interessiert, wird gern die darauf bezüglichen Kapitel im *Jahrbuch der Chemie* nachlesen; hier sollte nur bei dieser Gelegenheit eine Theorie wenigstens in ihren Grundlagen kurz skizzirt werden, welche der Chemie bereits grosse Dienste geleistet hat und berufen scheint, auch weiter die Entwicklung der chemischen Wissenschaft in hohem Maasse zu fördern, und welche daher allgemeineres Interesse beansprucht.[1])

Im Einzelnen zu erwähnen sind aus dem genannten Bericht einige Arbeiten physikalisch-chemischen Inhalts, welche mehr oder weniger mittelbar instrumentelle Beziehungen besitzen. S. Young (*Journ. chem. Soc.* ***60.*** *S. 626*) fand, dass Dibenzylketon brauchbar sei, um konstante Siedetemperaturen über 280° bei verschiedenen Drucken zu erhalten; er giebt für bestimmte Drucke die zugehörigen Siedepunkte der Flüssigkeit. Derselbe Forscher hat in einer neuen Dampfdrucktabelle des Quecksilbers, welche sich von 180° bis 480° erstreckt, einige Fehler älterer Bestimmungen richtig gestellt (*Journ. chem. Soc.* ***60.*** *S. 630*). Die von Regnault bis 230° verfolgte Dampfdruckkurve des Wassers haben Cailletet und Colardeau (*Comptes Rend.* ***112.*** *S. 563 u. 1170*) von 224° bis zum kritischen Punkte weiter untersucht; sie finden die kritische Temperatur des Wassers bei 365°, in gutem Einklange mit den Messungen von Batelli, welcher (*Beibl. z. Wiedem. Ann.* ***15.*** *S. 640*) die kritischen Daten des Wassers, des Schwefelkohlenstoffs und des Aethers sehr genau bestimmte. Callendar und Griffiths (*Chem. News,* ***63.*** *S. 1*) haben zwischen 180° und 240° eine Reihe von Siede- und Schmelzpunkten mit Hilfe eines an das Luftthermometer angeschlossenen elektrischen Platinthermometers neu bestimmt. Brühl hat umfangreichere Mittheilungen über das Brechungsvermögen veröffentlicht; er findet, in Uebereinstimmung mit Lorenz, unter Anderem, dass der Ausdruck $(n^2-1) / (n^2+1) \cdot 1 / d$ für das Refraktionsäquivalent konstant ist, wenn man die Werthe des Brechungsindex n und der Dichte d für den flüssigen oder für den gasförmigen Zustand derselben Substanz einsetzt; für den Ausdruck $(n-1) / d$ ist dies nicht der Fall; aus diesen und anderen Gründen ist die obige n^2-Formel der schon genannten vorzuziehen. Auf dem Gebiete der Photochemie hat E. Vogel (*Wied. Ann.* ***42.*** *S. 449*) die Lichtempfindlichkeit und optische Sensibilisirung der Eosinfarbstoffe untersucht und gefunden, dass im allgemeinen diejenigen Farbstoffe am besten sensibilisiren, welche selbst am lichtempfindlichsten sind, so das Tetrajodfluoresceïn (Erythrosin) und das Dijodfluoresceïn; Bromeosine und das Fluoresceïn wirken ganz bedeutend schwächer ein. Interessant ist in der genannten Arbeit auch die Beobachtung, dass die sensibilisirende Wirkung der untersuchten Farbstoffe mit Abnahme der Fluorescenz wächst. Schliesslich sei auf die vom rein wissenschaftlichen Standpunkte sehr interessanten Versuche Lippmanns (*Comp. Rend.* ***112.*** *S. 274*) verwiesen, bei denen es, in freilich noch unvollkommener Weise, gelang, die Farben des Spektrums photographisch zu fixiren.

F.

---

[1]) Eine sehr lesenswerthe und klare Darstellung der van't Hoff-Arrhenius'schen Lösungstheorie hat Horstmann in einem im Naturhistorisch-Medizinischen Verein zu Heidelberg gehaltenen Vortrag gegeben; dieser Vortrag ist in der *Naturwissenschaftl. Rundschau 1892. No. 37 bis 39* abgedruckt.

Geschwindigkeitsmesser für Geschosse.

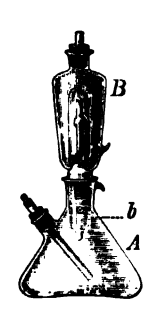
Von W. Schmidt. *Comptes Rendus.* ***114.*** *S. 733. (1892.)*

Gegenüber den seither gebräuchlichen, dem gleichen Zweck dienenden Apparaten hebt der Erfinder bei dem seinigen als Vorzug hervor, dass er leicht transportabel ist, keiner festen Aufstellung bedarf und für seine Bedienung keine besonderen Kenntnisse voraussetzt. Die Zeit, welche das Geschoss braucht, um eine gewisse Entfernung etwa 50 Meter, zu durchlaufen, wird durch die Bewegung einer Unruhe gemessen. Die letztere wird zunächst in die Lage gebracht, welche sie am Ende einer Schwingung einnimmt, also in die grösste Elongation, und in dieser Lage mittels eines durch das Instrument hindurchgehenden elektrischen Stromes gehalten. Die Leitung dieses Stromes führt vor der Mündung der Schusswaffe vorbei und wird daher bei Abgabe des Schusses unterbrochen, worauf die Unruhe ihre Schwingung beginnt. In der Entfernung von 50 *m* unterbricht sodann das Geschoss einen zweiten ebenfalls durch den Apparat hindurchgehenden Strom, in Folge dessen die Unruhe plötzlich wieder zum Stillstand gebracht wird. In dem kurzen, hier in Betracht kommenden Zeitintervall hat die letztere natürlich nur einen Bruchtheil einer Schwingung vollendet. Ein Zeiger, welcher auf der Axe der Unruhe aufgesteckt ist und sich während der Schwingung derselben über ein Zifferblatt bewegt, giebt die Geschwindigkeit des Geschosses in Meter per Sekunde an, wenn die Entfernung zwischen den beiden durchschossenen Leitungen gleich 50 *m* ist und der Zeiger vor Abgabe des Schusses auf Null eingestellt worden war. Die Theilung des Zifferblattes erfolgt behufs Eliminirung der Mängel des Instrumentes, welche besonders in dem nicht ganz präzisen Beginn und Ende der Schwingung der Unruhe bestehen, auf empirischem Wege; mit anderen Worten: der Apparat muss erst mit Hilfe eines Geschwindigkeitsmessers von zuverlässigerer Konstruktion geprüft und geaicht werden. Auf welche Weise die Arretirung der Unruhe vor dem Schuss durch den elektrischen Strom und dann der Beginn der Bewegung durch die Unterbrechung desselben geschieht, und, was noch interessanter zu wissen wäre, wie durch die Unterbrechung des zweiten Stromes eine abermalige Arretirung der Unruhe zu Stande kommt, ist vom Verfasser nicht angegeben. *Kn.*

Kohlensäurebestimmungsapparat mit automatischem Säurezufluss.

Von Greiner und Friedrichs (Stützerbach). *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* ***31.*** *S. 187. (1892.)*

Der von der Firma Greiner & Friedrichs in Stützerbach im vorigen Jahre beschriebene Kohlensäurebestimmungsapparat (*diese Zeitschr. 1891. S. 413*) ist nicht unwesentlich verbessert worden. Das zu zersetzende Karbonat kommt in den Kolben *A*, das Gefäss *B* wird mit Schwefelsäure beschickt. Man wärmt *A* an, bis Luftblasen durch die Schwefelsäure entweichen; beim Abkühlen tritt die letztere in die untere sackförmige Verlängerung von *B* und fliesst von hier tropfenweise auf das Karbonat; die entwickelte Kohlensäure entweicht durch das Loch *b* und wird durch die am äusseren Theile von *B* und an den Wandungen des Gefässes befindliche Schwefelsäure getrocknet. Durch die Erwärmung bei der Kohlensäureabspaltung und die darauf folgende Abkühlung beginnt das obige Spiel aufs Neue, so dass in rascher Aufeinanderfolge der Säurezusatz durch den Apparat automatisch bewirkt wird. Man braucht nach beendigter Zersetzung nur noch *A* etwas zu erwärmen und seitlich einen Luftstrom einzublasen, um die Austreibung der Kohlensäure vollständig zu machen. *F.*



Vorschlag zu einem neuen Altazimuth.

The Observatory. No. 189. S. 239.

In der Werkstatt von Troughton & Simms wird zur Zeit für die Greenwicher Sternwarte ein Instrument gebaut, welches seiner Konstruktion nach als Altazimuth oder Universalinstrument bezeichnet werden muss, im Gebrauch aber sich insofern von den Instrumenten dieser Art unterscheidet, als es im Azimuth während eines Beobachtungs-

abendes in der Regel nicht verstellt werden soll. Es erinnert in dieser Hinsicht an das Bamberg'sche Universal-Transit der Berliner Sternwarte, nur dass letzteres keinen so fein getheilten Höhenkreis hat wie das künftige Greenwicher Instrument. In Form und Grösse sind die beiden Instrumente allerdings ziemlich von einander verschieden; während das Berliner Universal-Transit ein gebrochenes Fernrohr von 115 *mm* Objektivöffnung und 1,29 *m* Brennweite besitzt, hat das für Greenwich bestimmte Instrument ein geradsichtiges Rohr von 203 *mm* Objektivöffnung und 2,42 *m* Brennweite; sein Höhenkreis hat 92 *cm* im Durchmesser. Die eisernen Träger, auf denen die horizontale Axe liegt, ruhen auf einer starken Platte, welche gehoben und dann gedreht werden kann. Hat man durch die Drehung das Fernrohr in das richtige Azimuth gebracht, so senkt man die Platte mit den Trägern wieder, wodurch das Instrument in drei Punkten auf seiner Unterlage zu stehen kommt. Das etwa eine Tonne betragende Gewicht des Instrumentes gewährleistet eine sichere Aufstellung, zumal eine Veränderung des Azimuthes während einer Beobachtungsreihe nicht vorgenommen wird, in welchem Falle allerdings Nachwirkungen zu befürchten wären. Eine Justirung des Instrumentes im Azimuth durch Feinbewegung ist nicht vorgesehen, weil dies nur auf Kosten der Stabilität hätte geschehen können. Der Fehler im Azimuth muss natürlich bei der Reduktion der Beobachtungen berücksichtigt werden. Im Meridian oder im ersten Vertikal sollen zwei einander gegenüberstehende Kollimatoren Aufstellung finden. Objektiv und Okular können behufs Untersuchung der Biegung des Rohres mit einander vertauscht werden. Der Kollimationsfehler wird sich durch Benutzung der Kollimatoren oder zugleich mit der Neigung aus Nadirbeobachtungen bestimmen lassen. Das Fadennetz besteht aus einem System horizontaler und einem System vertikaler Fäden. Ausserdem ist noch ein mit einem Positionskreis verbundener Faden vorhanden, welchen man in die Bewegungsrichtung des zu beobachtenden Sternes stellt. Hierzu benutzt man eine Tabelle, welche man sich leicht für die Azimuthe, in denen das Instrument hauptsächlich gebraucht wird, und die verschiedenen Deklinationen berechnen kann. Der Stern wird dann durch den Schnittpunkt der Mittelfäden der beiden Systeme gehen und daher die Beobachtung der Fadenantritte für die beiden Systeme sich auf denselben Zeitmoment reduziren lassen, während bei den gewöhnlichen Altazimuthbeobachtungen der auf den Mittelfaden reduzirte Durchgang durch die horizontalen Fäden sich auf eine andere Zeit bezieht als der auf den Mittelfaden reduzirte Durchgang durch das vertikale Fadensystem. Die Berechnung der Beobachtungen wird in Folge dessen an Einfachheit gewinnen.

Das Instrument soll zur Beobachtung der Himmelsobjekte benutzt werden, für welche gewöhnlich der Meridiankreis in Anspruch genommen wird. Es bietet jedoch vor dem Meridiankreis den Vortheil, dass es auch die Beobachtung von Objekten gestattet, welche im Meridian nicht beobachtet werden können, weil sie nicht während der Nachtstunden kulminiren, wie z. B. der Mond kurze Zeit vor oder nach dem Neumond, der Merkur u. s. w. Ausserdem würde es sich aber gewiss auch zur Bestimmung der Polhöhe und zwar nach verschiedenen Methoden, ferner der Refraktionskonstante, der Aberrationskonstante u. dergl. recht gut eignen. *Kn.*

Ein Kolorimeter für Rübensäfte.

Von H. Pellet *und* A. Demichel. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* ***31.*** *S. 332. (1892.)* Aus *Bull. de l'association belge des chimistes.*

Das Kolorimeter besteht aus zwei gleich langen, neben einander liegenden horizontalen Röhren, von denen die eine zur Aufnahme der helleren Vergleichslösung dient. Auf die andere Röhre ist ein im Verhältniss zum Inhalt der Röhre ziemlich grosser Trichter aufgesetzt, durch welchen 10 bis 20 *ccm* der dunkleren Lösung eingebracht werden. Durch Zufügen gemessener Wassermengen und Mischung mittels Luftdurchblasens wird die dunklere Lösung soweit verdünnt, dass in beiden Röhren gleicher Farbenton vorhanden ist. Vor den beiden Röhren ist ein Spiegel angebracht, der das Licht in dieselben hineinwirft.

Einfacher Apparat zum Verdampfen im Vakuum.

Von C. Schulze und B. Tollens. *Lieb. Ann. 271. S. 46.*

Das Prinzip des Apparates, welches seit kurzem auch im Grossbetriebe benutzt wird, besteht darin, dass nacheinander jedesmal kleine Mengen der abzudampfenden Flüssigkeit im Vakuum konzentrirt und alsdann der Einwirkung der Wärme entzogen werden. Dies geschieht, indem die einzuengende Lösung durch ein kupfernes Spiralrohr fliesst, welches in einem erhitzten Wasserbade liegt und luftleer gehalten wird, und indem die auf diesem Wege stark konzentrirte Flüssigkeit rasch den heissen Apparat wieder verlässt und in einer Vorlage erkaltet. Die Zuleitung der Flüssigkeit geschieht so, dass das obere Ende der Kupferschlange ein kurzes, mit Gummistopfen aufgesetztes, ziemlich weites gläsernes Rohr trägt; in dieses mündet, ebenfalls durch Gummistopfen eingedichtet, ein zu einer Spitze ausgezogenes, gläsernes Heberrohr mit Glashahn. Durch letzteren kann die Geschwindigkeit des eintretenden Flüssigkeitsstromes regulirt werden; die Beobachtung desselben gestattet der weitere gläserne Aufsatz auf der Kupferschlange. Die in der letzteren stark konzentrirte Flüssigkeit wird in einer Vorlage aufgesammelt; von dem zu dieser führenden Zuleitungsrohr zweigt sich dicht hinter dessen Anschluss an die Kupferschlange ein Rohr ab, durch welches die Wasserdämpfe abgesaugt werden. Diese werden in einem abwärts gerichteten Liebig'schen Kühler kondensirt und schliesslich in einer kühl gehaltenen Vorlage aufgefangen, von welcher aus endlich die Verbindung zur Luftpumpe führt. Der Apparat gestattete in der Ausführung, wie ihn die Verfasser benutzten, 4 bis 5 *l* dünne Lösung in einer Stunde auf 1 *l* zu konzentriren. *F.*

Apparat zur Bestimmung von Ausdehnungskoeffizienten.

Von Dr. W. Merkelbach. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. 5. S. 232. (1892.)*

Der Apparat gestattet, die Ausdehnungskoeffizienten von Metall- und Glasröhren, die vermittels durchströmenden Wasserdampfs erwärmt werden, mit einer für den Unterricht ausreichenden Genauigkeit zu bestimmen.

Das eine Ende der zu untersuchenden, ein Meter langen Röhre wird mittels eines Stiftes an einem Stative befestigt. An das andere Ende wird eine Platte angeschraubt, die auf einer wagerechten Walze aufliegt. Letztere ist um ihre in zwei Stahlspitzen laufende Axe leicht drehbar. Bei der Erwärmung verschiebt sich das freie Ende der Röhre und es dreht sich die Walze und mit ihr ein langer Zeiger, dessen Ende sich vor einer Skale bewegt. Aus dem bekannten Verhältniss des Walzenhalbmessers zur Zeigerlänge und aus der Länge des auf der Skale abgelesenen, von dem Zeigerende beschriebenen Bogens lässt sich die Grösse der Verschiebung des Röhrenendes und daraus bei bekannter Temperaturerhöhung der Ausdehnungskoeffizient ermitteln. Herr Mechaniker H. Scheyhing in Kassel liefert den Apparat nebst vier Röhren (Messing, Eisen, Aluminium und Glas) zum Preise von 25 M. *H. H. M.*

Ueber den Einfluss der Zusammensetzung des Glases der Objektträger und Deckgläschen auf die Haltbarkeit mikroskopischer Objekte.

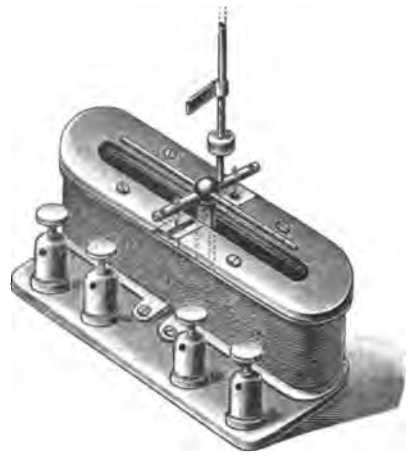
Von R. Weber. *Chem. Ber. 25. S.* 2374. (1892.)

Wie an so manchen unliebsamen Erscheinungen, so ist die mangelhafte Beschaffenheit gewisser Gläser auch daran schuld, dass, wenn aus ihnen hergestellte Objektträger und Deckgläschen benutzt werden, die oft sehr zarten, zwischen ihnen eingekitteten mikroskopischen Objekte rasch verderben. Da für die genannten Zwecke sehr gleichmässig und fehlerfrei geschmolzene Gläser verlangt werden, hat man oft weichere Glassorten verwendet, welche an der Luft bald beschlagen und durch ihre alkalische Reaktion die Zerstörung der mikroskopischen Objekte herbeiführen. Es ist für solche leicht vergänglichen Präparate ein besonders kalkreiches und dadurch sehr widerstandsfähiges Glas, welches im Uebrigen etwa die Zusammensetzung des Fensterglases hat, unbedingt nöthig. *F.*

Differential- und Waagegalvanometer.

Von P. Szymański. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **5.** *S. 178. (1892).*

Der Apparat ist ein Vertikal-Demonstrationsgalvanometer von der üblichen Form mit zwei gleichen Wicklungen. Mit der Magnetnadel ist ein mit einer gleichmässigen Theilung versehenes Aluminiumstäbchen verbunden, das im Ruhezustand eine waagerechte Lage hat und durch aufgesetzte Reiterchen belastet werden kann, so dass das Instrument auch als Waagegalvanometer benutzbar ist.



Eine Neuerung an dem Apparat, die ein scharfes Einstellen in die Nulllage ermöglicht und die Empfindlichkeit des Instrumentes steigert, besteht in der Lagerung des Nadelsystems. Die Axe ist, wie aus der nebenstehenden Figur ersichtlich, mit zwei senkrecht zur Axenrichtung befestigten (Nähnadel-) Spitzen versehen, mit denen sie auf zwei Achat- oder Glasplatten ruht. Von diesen ist die eine zur Sicherung der Nulllage etwas ausgehöhlt, die andere aber mit einer Längsrinne versehen. Zur Aenderung der Empfindlichkeit ist ein kleines Laufgewicht und zur Justirung der Nulllage ein drehbares Fähnchen an dem Zeiger befestigt. Um das Galvanometer auch bei ganz starken Strömen verwenden zu können, ist die Spule aus Metall gefertigt, so dass sie für sich allein als Stromleiter dienen kann. Bei Anwendung der Windungen wird die Spule geschlossen, so dass sie als Dämpfer wirkt.

H. H.-M.

Apparat zur Gewinnung der in Wasser absorbirten Gase durch Kombination der Quecksilberpumpe mit der Entwicklung durch Auskochen.

Von F. Hoppe-Seyler. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **31.** *S. 367.*

Zur Bestimmung der im Wasser absorbirten Gase sind ausser dem bekannten Verfahren von Bunsen gelegentlich noch andere Methoden in Vorschlag gekommen, unter denen besonders diejenige von Pettersson *(Chem. Ber.* **22.** *S. 1434)* sehr bequem ist. Alle diese Methoden haben aber den Nachtheil, dass sie nicht gestatten, das Wasser in die Auskochkolben zu bringen, ohne dass es vorher mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt. Da Verfasser Interesse an der genauen Ermittlung des Luftgehaltes des Wassers in der Tiefe des Meeres und der Seen hatte, so musste er diesen Uebelstand zunächst beseitigen. Es gelingt dies, indem das zur Aufnahme des Wassers bestimmte, an seinen Enden ausgezogene Rohr mit Quecksilber gefüllt wird; man schliesst es oben und unten durch Quetschhähne ab und senkt das mit dem unteren Ende verbundene Niveaugefäss, verbindet nun unter geeigneten Vorsichtsmaassregeln mit dem Gefäss, von dem das Wasser entnommen werden soll, und öffnet die Quetschhähne; dadurch sinkt das Quecksilber aus dem Rohre herab und an seine Stelle tritt das Wasser. Die Austreibung der Luft aus Wasser durch blosses Auskochen ist keine ganz vollständige; deshalb hat Verfasser an seinem Apparat noch eine einfache Quecksilberpumpe angebracht, um die letzten Theile der Gase mit ihrer Hilfe dem Wasser zu entziehen. Er bringt an dem oberen Theil des das Wasser enthaltenden Rohres mittels eines kurzen Verbindungsstückes ein T-Rohr an, dessen einer Arm das Gasentwicklungsrohr trägt und dessen anderer zur Quecksilberluftpumpe führt; die letztere besteht aus einem einfachen Barometerrohr, welches mit einem beweglichen Niveaurohr kommunizirt. Mit ihr lassen sich unter abwechselndem Oeffnen und Schliessen zweier Hähne, welche in das T-Stück eingeschliffen sind, alle im Entwicklungsgefäss zurückgebliebenen Gase in die Messröhre überführen. Im Original sind die Einzelheiten der sehr einfachen Handhabung des Apparates nachzusehen; derselbe hat sich vielfach gut bewährt. *F.*

Aperiodisches Elektrometer.

Von Gérard. *L'Electricien 1891. S. 58.*

Die Einrichtung dieses Elektrometers, das in seinem Aufbau sehr dem Galvanometer von Deprez-d'Arsonval ähnelt, geht aus der nebenstehenden Ansicht (Fig. 1) und dem horizontalen Schnitt (Fig. 2) hervor.

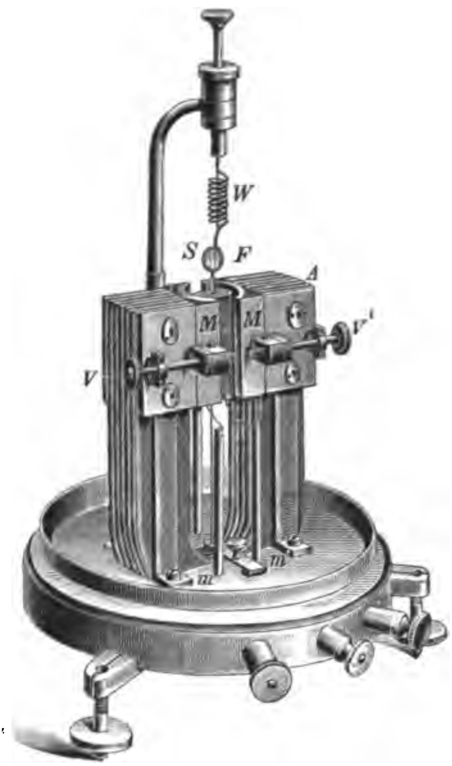


Fig. 1.

Fünf permanente Hufeisenmagnete *A* sind mit Polstücken *M M'* aus weichem Eisen versehen, die um die Axen *O* und *O'* drehbar sind und sich mit Hilfe der Schrauben *V* und *V'* verstellen lassen. Die beiden auf *M M'* befestigten Halbzylinder aus Ebonit *e e'* tragen die vier aus Messing gefertigten Quadranten *a b c d*. In der Mitte zwischen den beiden Polschuhen befindet sich der Eisenzylinder *F*; er ist ebenfalls mit einem Ebonitzylinder *G* umkleidet, auf dessen Aussenseite vier weitere Quadranten *a' b' c' d'* angeordnet sind. Die Quadranten *a a'* und *b b'* sowie *c c'* und *d d'* sind sowohl unter einander als auch mit Hilfe der Säulen *m m'* mit den Klemmen des Elektrometers verbunden. Die Elektrometernadel hat die Form eines rechteckigen Rahmens, der aus einem Stück Aluminium gebogen ist. Dieser an einem Kokonfaden aufgehängte Rahmen trägt zur Beobachtung der Ablenkungen einen kleinen Spiegel *S*, der durch eine in der Figur sichtbare Spiralfeder *W* in die Nulllage zurückgeführt werden kann. Das Elektrometer hat, ebenso wie das Galvanometer, welches bei der Konstruktion zum Vorbild diente, den Vortheil der Aperiodizität. Die Dämpfung der Schwingungen wird nämlich dadurch erreicht, dass der Aluminiumrahmen sich in einem kräftigen magnetischen Felde bewegt. Die Beweglichkeit der Polstücke erlaubt die Empfindlichkeit des Apparates zu reguliren. Es ist z. B. möglich, das Instrument gerade für die grössten Ablenkungen am empfindlichsten einzustellen. Dieser Vortheil fällt bei der Messung hoher elektrischer Spannungen von bestimmtem Betrage besonders in's Gewicht.

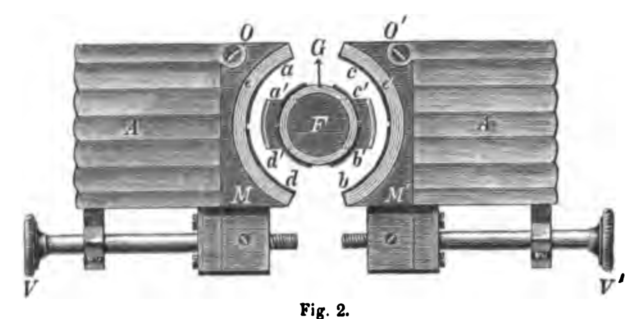


Fig. 2.

Lck.

Ueber die Verwendung der Zentrifuge bei analytischen und mikroskopischen Arbeiten.

Von W. Thörner. *Chem. Ztg.* **16.** *S. 1101.*

Kleine oder grössere Mengen fester und flüssiger Stoffe, welche in Flüssigkeiten suspendirt sind und sich unter gewöhnlichen Umständen nur langsam absetzen, kann man sehr rasch und vollständig dadurch zur Abscheidung bringen, dass man die Flüssigkeiten in geeigneter Weise auf Zentrifugen ausschleudert. Zu diesem Zweck bedient man sich einfacher Apparate, deren Axe entweder durch Kurbel und Zahnräder oder durch eine

kleine Turbine (vergl. F. Heynemann, *Chem. Repert. 1892. S. 224*) in sehr schnelle Umdrehung versetzt werden kann. Am oberen Ende befinden sich an Armen die Zentrifugirgefässe so aufgehängt, dass sie bei der Drehung des Apparates leicht in die waagerechte Lage gelangen; nach Beendigung des Ausschleuderns kehren sie in ruhigen Pendelschwingungen in die senkrechte Stellung zurück. In diese Gefässe kann man entweder unmittelbar die zu zentrifugirenden Flüssigkeiten eintragen, oder aber man bringt dieselben, wie es Verfasser für eine Reihe chemischer Operationen vorschlägt, in kleine Glasgefässe und setzt diese in die Metallbehälter, welche an den Zentrifugentellern angebracht sind. Diese Glasgefässe sind, je nachdem man die am Grunde oder an der Oberfläche einer Flüssigkeit sich absetzenden Stoffe bestimmen will, an ihrem unteren oder oberen Theile verjüngt und daselbst mit einer Theilung versehen. Die Einzelbeschreibung der zu mannigfachen Operationen, z. B. zur Bestimmung des Fettsäuregehaltes der Milch, des Wassergehaltes der Butter, zur Untersuchung von Sputum oder von Wasser auf Bazillen und zu anderen Zwecken bestimmten besonderen Vorrichtungen muss im Original nachgesehen werden; daselbst sind auch die einzelnen Apparate mit den Bezeichnungen versehen, unter denen sie von der Firma Dierks & Möllmann in Osnabrück bezogen werden können. Erwähnt sei nur, dass Verfasser die von ihm verwandte Viktoria-Zentrifuge der Firma Waston Laidlaw & Co. in Glasgow dahin abgeändert hat, dass die eigentliche Zentrifugirvorrichtung von einem geräumigen, mit abnehmbarem Deckel versehenen eisernen Mantel umschlossen ist; ausser der Vermehrung der Sicherheit beim Arbeiten wird hierdurch erreicht, dass die eingeschlossene Luft mit in Rotation geräth, und so der Luftwiderstand vermindert wird. *F.*

Apparate für fraktionirte Destillation.

Von M. Ekenberg. *Chem.-Ztg. 16. S. 958.*

Bei der fraktionirten Destillation von Flüssigkeiten, welche zwischen 40° und 100° sieden, hat sich das Le Bel'sche Kugelrohr gut bewährt. Um eine möglichst vollkommene Trennung von über 100° siedenden Flüssigkeitsgemischen durch Destillation zu erzielen, und um gleichzeitig das Mitreissen von Flüssigkeitstheilchen zu vermeiden, verbindet Verf. den Hals des Destillationskolbens mit einem aufwärts gewundenen, 90 *cm* langen und bis 5 *mm* weiten gläsernen Spiralrohr, welches durch ein geeignetes Luftbad sehr genau auf der bestimmten Temperatur erhalten wird und an seinem oberen Ende eingeschliffen ein Thermometer trägt. Die Regulirung der Temperatur geschieht zweckmässig durch einen elektrischen Thermoregulator in Verbindung mit einem Stuhl'schen Kontaktthermometer. *F.*

Ein neuer selbthätiger Filtrirapparat.

Von F. A. Hoffmann. *Zeitschr. f. analyt. Chemie. 31. S. 413.*

Ein zweiarmiger Hebel trägt einerseits ein Laufgewicht, andererseits auf einer Schale ein Becherglas, welches die filtrirte Flüssigkeit aufnehmen soll; der Trichter mit dem Filter befindet sich an einem Stativ über dem Becherglase. Der das letztere tragende Hebelarm besitzt nach oben zu einen Bügel; durch diesen kann der Hals des Erlenmeyer'schen Kolbens gefasst werden, in welchem sich die zu filtrirende Flüssigkeit befindet. Der Kolben selbst ist ebenfalls an der einen Seite eines zweiarmigen Hebels befestigt; ein Kugelgewicht an der anderen Seite strebt stets, ihn senkrecht zu stellen. Hat man mittels des Bügels den Kolben gefasst, so verschiebt man das Laufgewicht und zieht so den Kolben herunter, bis Flüssigkeit aus ihm austritt; dadurch hebt er sich ein wenig, wird aber alsbald wieder herabgezogen, sobald die Flüssigkeit durch das Filter in das Becherglas gelaufen ist; es tritt neue Flüssigkeit aus, und das Spiel wiederholt sich, bis der Kolben leer ist; man hat, um dies zu erreichen, nur nöthig, das Laufgewicht an geeigneter Stelle des Hebelarmes fest zu stellen. Der Apparat ist bisher nur für kleinere Flüssigkeitsmengen, von höchstens 100 *ccm*, hergestellt worden; die Firma Hugershoff in Leipzig hat sich denselben gesetzlich schützen lassen. *F.*

Feld- und Gruben-Kompass.

Von W. R. Francis. *Engineering.* **54.** *S. 168.* (*1892.*)

Die Zeitschrift *Engineering* bringt in ihrer Nr. 1388 vom 5. August 1892 Abbildung und Beschreibung eines von W. R. Francis in Swansea erfundenen Kompassinstruments, welches sich durch leichte Transportfähigkeit und seine vielseitige Verwendbarkeit zu allen Arten von Vermessungsarbeiten auszeichnet, die nicht einen besonderen Grad von Genauigkeit erfordern. Die den Kompass tragenden rechtwinklig geformten Stützen sind mit Sehspalten versehen und dienen, in aufrechter Stellung auf dem in einer Dreifussbüchse sitzenden Alhidadenzapfen befestigt, bei der Messung horizontaler Winkel zugleich als Visirvorrichtung. Löst man diese Befestigung und bringt den Kompass mit seiner Stütze mittels eines die horizontale Drehaxe enthaltenden Zwischenstückes in vertikaler Lage mit der Alhidade in Verbindung, so erlaubt diese Einrichtung auch das Einstellen und Ablesen von Neigungswinkeln an der Klinometernadel. Das Instrument kann auf ein dreibeiniges Stativ mit verlängerbaren Beinen zentrisch und exzentrisch befestigt werden und lässt sich bei Grubenmessungen auch an eine Verziehschnur hängen. Schliesslich kann man den Kompass mit seiner Stütze auch mit einem Metalllineal verbinden und erhält so ein Diopterlineal mit Kompass, das sich zum Zulegen der ausgeführten Kompassmessungen eignet und auch zur graphischen Planaufnahme Verwendung finden kann, nachdem man den Untertheil des Instrumentes mit eine Messtischplatte versehen und auf dem Stativ befestigt hat. Der Vertreter für den Verkauf dieses Messapparates ist Mr. J. H. Steward, 406 Strand, London. *M. Sch.*

Metallener Innen-Rückschlusskühler.

Von E. Donath. *Zeitschr. f. angew. Chemie. 1892. S. 355.*

Anstatt, wie es sonst üblich, an einen Extraktionsapparat einen Rückschlusskühler durch eine Korkverbindung anzuschliessen, hängt Verfasser eine Kühlvorrichtung in den oberen Theil des Extraktionsapparates ein. Der Rand des letzteren ist zu dem Zweck umgebogen und trägt eine sorgfältig aufgeschliffene Messingscheibe, welche einen vollkommenen Verschluss bewirkt. Durch dieselbe geht ein zentrales Rohr, welches nach unten zu in eine konische Erweiterung ausläuft; dieser Dephlegmator ist aus gewelltem Blech hergestellt und aussen von einem doppelten Messingzylinder umgeben; der letztere nimmt das Kühlwasser auf und trägt Zu- und Abflussrohr für dasselbe, welche beide durch die Messingplatte hindurchgeführt sind. Der Rand des Konus und des Zylinders ist nach unten zu ausgezackt, so dass die an ihnen herunterlaufende kondensirte Flüssigkeit nicht von einer, sondern von vielen Stellen aus auf die zu extrahirende Substanz tropft. Der Extraktionsapparat hat die gebräuchliche Form, nur muss er zur Aufnahme des Kühlers nach oben zu etwas länger sein als gewöhnlich. *F.*

Eine einfache Kühl- und Extraktionsvorrichtung.

Von K. Farnsteiner. *Chem.-Ztg.* **16.** *S. 1030.*

Gleichzeitg mit Donath und unabhängig von diesem hat Verfasser einen Kühl- und Extraktionsapparat angegeben, dessen Einrichtung auf demselben Prinzip beruht wie die von jenem beschriebene (vergl. das vorhergehende Referat). Die zu extrahirende Substanz wird in einem geeigneten Gefäss in ein weiteres Rohr gebracht; die untere Mündung desselben ist verengert und durch einen Kork mit dem die Extraktionsflüssigkeit enthaltenden Siedegefäss verbunden, während das obere Ende des weiteren Rohres mit einem dreifach durchbohrten Kork verschlossen ist. Durch die mittlere Bohrung geht ein Rohr, welches die Verbindung mit der äusseren Luft herstellt; durch die beiden anderen Bohrungen treten, den Zu- und Abfluss des Kühlwassers vermittelnd, die beiden Enden des Kühlrohres nach aussen. Das letztere befindet sich, in mehrfachen Krümmungen auf- und abwärts gebogen, im oberen Theile des weiten Rohres über dem Extraktionsgefäss aufgehängt und bewirkt durch seine verhältnissmässig grosse Oberfläche eine sehr vollständige Kühlung. *F.*

Einige Laboratoriumsapparate.

Von W. Ostwald. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* ***31.*** *S. 180. (1892.)*

Die vom Verfasser beschriebenen Apparate sollen besonders in der analytischen Praxis Verwendung finden und haben sich zum grossen Theil am Schluss jahrelangen Gebrauches als zweckmässig erwiesen. Zum Erwärmen von Flüssigkeiten dient da, wo ein Bunsenbrenner zu viel Wärme liefert, ein kleiner Gasofen. Derselbe besteht aus einem 10 *cm* weiten und 10 *cm* hohen Eisenblechzylinder, welcher unten seitlich einen Kranz von Luftlöchern besitzt und oben mit Drahtnetzen bedeckt ist. Als Brenner dient ein Messingrohr, welches seitlich eintritt und dann nach oben umbiegt. Es ist oben geschlossen und mit vier seitlichen Löchern versehen, so dass die Flamme in Gestalt eines Kreuzes herausbrennt. — Um gleichzeitig für dicke und dünne Gegenstände denselben Halter gebrauchen zu können, baut man den Halter mit durchschlagender Zunge (Fig. 1); ausserdem ersetzt man zweckmässig die übliche flügelförmige durch die weniger zerbrechliche runde Schraubenmutter. — Filtrirstative für Anfänger erhält man einfach, indem man starken Draht in mehreren Windungen um die Stange des Stativs führt und die Drahtenden zu Ringen biegt; eines derselben kann man auch grade lassen; es dient dann zum Halten des Glasröhrchens mit dem Platindraht für Flammenreaktionen. — Filtrirringe unterbricht man zweckmässig an ihrer vorderen Seite. — Einen einfachen Trockenofen zum Trocknen von Niederschlägen, welche zu glühen sind, zeigt beifolgende Figur 2. *a* ist ein Gasrohr mit einer Reihe feiner Brennöffnungen; darüber liegen in einem Gehäuse aus Eisenblech Drahtnetze (*b b*); *c* ist eine Glasthür mit Metallrahmen, *e* ein Schieber zur Lüftung des Innern; das Ganze wird an der Wand befestigt. Die Trichter werden mit Hilfe kleiner Träger, deren Form aus der Figur 3 erhellt, in den Ofen gestellt. Da die Niederschläge an diesem Ofen mit den Verbrennungsgasen in Berührung kommen, so ist er für Trocknungen bis zu konstantem Gewicht nicht geeignet. — Der vom Verfasser seit 8 Jahren erprobte Schwefelwasserstoffapparat besteht aus drei mit einander verbundenen und über einander aufgestellten Flaschen, welche wie der Kipp'sche Apparat wirken, jedoch gestatten, die entstandene Eisenlösung regelmässig zu entfernen; es kann also die Säure nicht durch diese Lösung verdünnt und in Folge dessen vollkommen ausgenutzt werden. Das durch Watte, nicht durch Wasser gereinigte Gas wird in die Kolbe'schen Schränkchen mit Hilfe von Glasröhren geleitet; das Hauptrohr hat 0,5 *cm* Durchmesser, die starkwandigen seitlichen Abzweigungsrohre 1 bis 2 *mm* inneren und 8 *mm* äusseren Durchmesser; an diese ist ein mit Quetschhahn verschliessbarer Gummischlauch angesetzt. — Bei Schiebefenstern an Digestorien, welche durch Rolle und Gegengewicht in beliebiger Höhe einstellbar sind, reissen über kurz oder lang stets die Schnüre. Das Gegengewicht und die Schnüre können wegfallen, wenn man sich einer exzentrischen Klinke bedient. Ist *A* (Fig. 4) der äussere Rahmen, in welchem sich das Schiebefenster *B* bewegt, so bewirkt die um *C* drehbare eiserne Klinke durch das Uebergewicht des Griffes ein Festklammern an jeder gewünschten Stelle. — Die beschriebenen Vorrichtungen wurden von der Firma Kähler & Martini in Berlin bezogen. *F.*


Fig. 1.

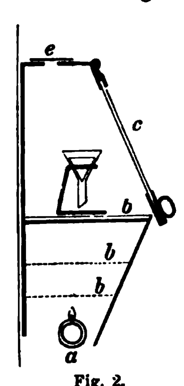


Fig. 2.


Fig. 3.

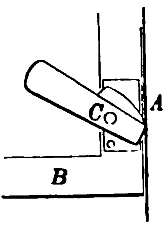


Fig. 4.

Neu erschienene Bücher.

Eine einfache Luftprüfungsmethode auf Kohlensäure mit wissenschaftlicher Grundlage. Von Dr. H. Wolpert in Nürnberg. (Leipzig, 1892, Baumgärtners Buchhandlung.) M. 4,00.

Die sehr ausführliche, mit vielen Tabellen und Diagrammen ausgestattete Schrift empfiehlt folgendes Verfahren zur Kohlensäurebestimmung in Luft: In einen etwa 50 *ccm* fassenden Zylinder bringt man 2 *ccm* einer mit Phenolphtaleïn roth gefärbten und verdünnten Sodalösung von bekanntem Gehalt. In dem Zylinder befindet sich ein Kolben, welcher mit einer hohlen, die Verbindung mit der Aussenluft vermittelnden Stange auf und ab bewegt werden kann. Bringt man den Kolben zu Anfang mit seiner unteren Seite auf die Oberfläche der in den Zylinder gegossenen Flüssigkeit und zieht ihn nun langsam in die Höhe, so tritt die zu untersuchende Luft durch die hohle Kolbenstange unter den Kolben; schüttelt man um, so wird die Kohlensäure der Luft von der Sodalösung gebunden, indem doppeltkohlensaures Natron entsteht; man lässt die Luft zutreten, bis die ursprüngliche Rothfärbung in Farblosigkeit übergegangen ist, ein Zeichen, dass keine Soda mehr vorhanden ist. Die von letzterer aufgenommene Kohlensäure wird nach den Angaben des Verfassers berechnet und giebt, bezogen auf die in den Apparat eingesaugte Luftmenge den Gehalt der untersuchten Luft an Kohlensäure; zur Ermittlung des gebrauchten Luftvolumens ist am Zylinder eine Theilung in Kubikzentimeter angebracht. Das Verfahren ist sehr einfach und bequem und dürfte sich, zumal für den Gebrauch des praktischen Arztes, für welchen es zumeist bestimmt ist, recht gut eignen. Der Verfasser selbst (S. 20) fällt über seine Methode das Urtheil, dass dieselbe zuverlässiger sei als frühere Methoden, da sie auf rationeller und wissenschaftlicher Grundlage beruhe. Ob diese letztere Behauptung streng richtig ist, erscheint zweifelhaft, da gegen die unbedingte Giltigkeit der chemischen Gleichungen, aus welchen der Verfasser die Menge der absorbirten Kohlensäure berechnet, ein Einwand erhoben werden kann. Phenolphtaleïn und Kohlensäure sind zwei Säuren, welche in wässriger Lösung um dieselbe Base, das Natron, in Wettbewerb treten; es müssen also bei der oben genannten Reaktion die Gesetze der chemischen Massenwirkung in Betracht gezogen werden, was Verfasser scheinbar übersehen hat. Danach bedürfte es eines gewissen Ueberschusses an Kohlensäure über die von der Formel des Verfassers verlangte Menge, um alles Phenolphtaleïnnatrium zu zersetzen. Versuche, aus denen unmittelbar hervorginge, dass dieser Einwand für den vorliegenden Fall belanglos sei, sind nicht angestellt worden; nur mittelbar und durchaus nicht mit voller Sicherheit könnte aus einigen Kontrolbestimmungen, welche nach der sehr genauen Pettenkofer'schen Methode angestellt wurden und mit den nach des Verfassers Methode gewonnenen Zahlen gute Uebereinstimmung ergaben, der Schluss gezogen werden, dass die chemische Massenwirkung bei der vorliegenden Reaktion keine wesentliche oder nur eine untergeordnete Rolle spiele.

F.

Handbuch der physiologischen Optik. Zweite umgearbeitete Auflage. 7. Lieferung. Hamburg und Leipzig. L. Voss. M. 3,00.

Die soeben erschienene siebente Lieferung dieses klassischen Werkes beendet in dem zweiten Abschnitte (Die Lehre von den Gesichtsempfindungen) das Kapitel über Dauer der Lichtempfindung. Es folgen dann die Kapitel „Veränderungen der Reizbarkeit“ und „Vom Kontraste“.

A. v. Waltenhoven. Die internationalen absoluten Maasse, insbesondere die elektrischen Maasse, für Studirende der Elektrotechnik in Theorie und Anwendung dargestellt. 2. Aufl. Braunschweig. M. 6,00.

D. K. Clark. *The Mechanical Engineers Pocket-boot of tables, formulae, rules and data.* London. M. 7,80.

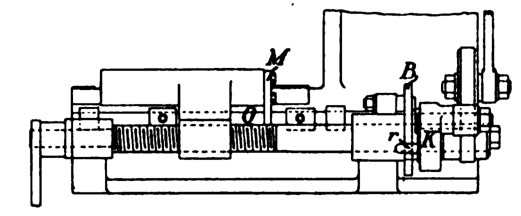
A. Favarger. *L'Électricité et ses applications à la chronométrie.* Genéve. M. 6,00.

Vereins- und Personennachrichten.

Es wird unsere Leser interessiren, dass die bekannte Firma Reiniger, Gebbert & Schall in Berlin, Ziegelstr. 30, ein Depot der in ihrer Erlanger Fabrik gefertigten elektro-medizinischen Apparate errichtet hat. Leiter desselben ist Herr Gebbert.

Patentschau.

Einrichtung zur selbständigen Aus- und Einrückung eines Schaltrohres an Werkzeugmaschinen. Von Windmüller & Wagner in Chemnitz. Vom 30. Juni 1891. No. 62677. Kl. 49.



Es ist eine Stange *O* mit Nase angeordnet, welche beim Hingange einen Federstift soweit verschiebt, dass der Klinkenhebel B durch eine Schraubenfeder die Schaltklinke *K* plötzlich aushebt, und beim Rückgange den Klinkhebel *B* so hoch hebt, dass der Federstift unter den Klinkenhebel zu liegen kommt und hierdurch den Eingriff der Schaltklinke *K* wieder ermöglicht.

Sackwaage mit drehbarer Lastschale. Von W. Vollmer und H. Schwizgäbele in Hagen i. W. Vom 4. August 1891. No. 63047. Kl. 42.

Die Standsäule *h* ist drehbar in dem Fuss *g* angeordnet, so dass, um die gewogenen Säcke an dem dazu bestimmten Orte abzusetzen, die ganze Waage sammt der Lastschaale verdreht werden kann. Die Schale *f* ist für die verschiedenen Sacklängen gegen den Fülltrichter verstellbar.

Pantograph zum Zeichnen von ebenen und körperlichen Gegenständen. Von K. Erhardt in Ober-Peilau. Vom 27. September 1891. No. 62978. Kl 42.

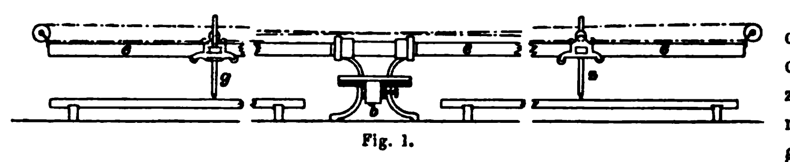


Fig. 1.

Bei Pantographen der in Fig. 1 und 2 dargestellten Art wird zum Zwecke, das Zeichnen körperlicher Gegenstände zu ermöglichen, die um den Zapfen *b* drehbare Führungsschiene *e*, an welcher der Fahrstift *g* und der mit diesem durch Schnurlauf verbundene Zeichenstift *z* entlang bewegt werden, aus zwei Theilen zusammengesetzt, von welchen jeder für sich bei *a* waagebalkenartig in einem horizontal drehbaren Bock *c* gelagert ist (Fig. 2). Vermöge dieser Anordnung kann sich der Fahrstift bei Umfahrung plastischer Gegenstände heben oder senken, während der übertragende Stift auf der Zeichenfläche bleibt.

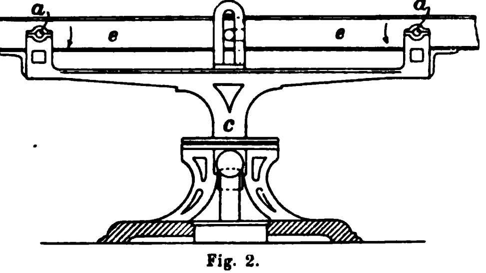
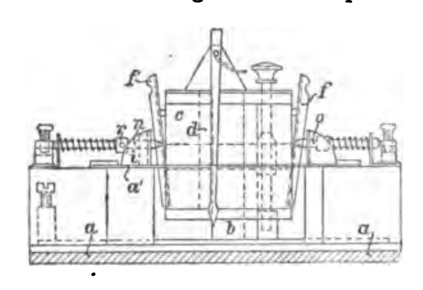


Fig. 2.

Rechenschieber. Von Kneuffel & Esser Co. in New-York u. Chicago, V. St. A. Vom 7. Oktober 1891. No. 63051. Kl. 42.

Zwei Stangen sind an den Enden durch Querstücke fest mit einander verbunden und tragen auf beiden Seiten die gleiche Theilung logarithmischer Skalen, in gleichem Sinne fortschreitend. Ein Schieber, welcher zwischen den Parallelstangen auf Feder und Nut gehend, beliebig verschoben werden kann, trägt auf seinen beiden sichtbaren Flachseiten dieselben Theilungen wie die beiden Parallelstangen, von welchen aber diejenigen auf der Rückseite des Schiebers entgegengesetzt fortschreiten. Ein Läufer umgiebt das Instrument und kann frei in seiner ganzen Länge gleiten, um die übereinstimmenden Punkte auf der einen wie auf der anderen Seite des Lineals zu zeigen.

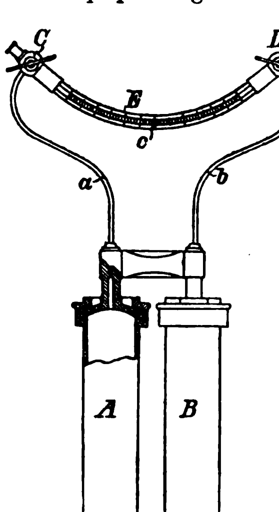
Elektromagnetischer, in die Leitung ein- und ausschaltbarer Stromzeiger. Von P. Hildebrandt in Hamburg. Vom 14. April 1891. No. 62913. Kl. 49.



Der Stromzeiger besteht aus einem auf einer Grundplatte *a* befestigten Eisenkern *b*, über welchen die in einem Holzkörper *c* eingeschlossene Spule *d* gesteckt ist. Die Ein- und Ausschaltung wird dadurch bewirkt, dass die unter Federdruck stehenden Stifte *n o* in die Uförmigen, metallenen Gleitschienen *f* eingreifen und so der Strom durch den Stromzeiger geht. Wird der Stromzeiger aus der Leitung entfernt, so wird durch die Ansätze *r*, welche mit dem Lager *i* in Berührung kommen, der Strom für die Leitung selbthätig geschlossen.

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der in einer Substanz enthaltenen Menge eines flüchtigen Bestandtheiles. Von O. S. Pettersson in Stockholm. Vom 25. Oktober 1891. No 63297. Kl. 42.

Das Verfahren besteht darin, dass man bei einer passenden und gleichen Temperatur die Dampfspannung der Substanz direkt mit derjenigen einer den flüchtigen Bestandtheil in bekanntem Verhältniss enthaltenden Substanz vergleicht. Der hierzu dienende Apparat besteht aus zwei Gefässen *A* und *B*, die durch Rohre *a* und *b* mittels der Hähne *C* und *D* entweder mit dem Manometerrohr *E* oder der freien Luft verbunden werden können. Im Rohr *E* befindet sich ein verschiebbarer Flüssigkeitsfaden *c*. Bringt man nun in das eine Gefäss eine Flüssigkeit mit bekanntem, in das andere eine solche mit unbekanntem, zu ermittelnden Gehalt von derselben flüchtigen Substanz und setzt beide Gefässe, nachdem erst ihre Kommunikation mit der Luft und dann mit dem Manometerrohre hergestellt war, einer bestimmten und gleichen Temperatur aus, so giebt die Lage des Flüssigkeitsfadens im Manometerrohre an, in welchem Gefässe die Flüssigkeit mit dem niedrigeren Gehalt an flüchtiger Substanz sich befindet. Nach dieser Seite wird der Flüssigkeitsindex durch den auf der anderen Seite herrschenden stärkeren Druck hinbewegt.

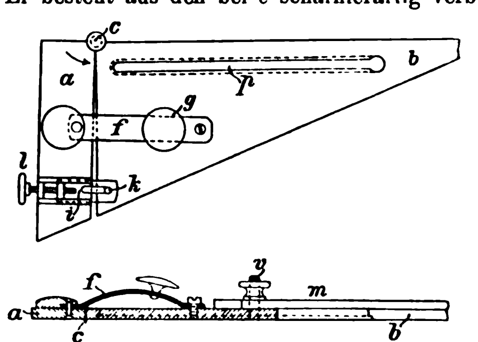


Rechenlehrmittel. Von P. Kalisch in Jetsch. Vom 27. Oktober 1891. No. 63298. (Zus. z. Pat. No. 58541.) Kl. 42.

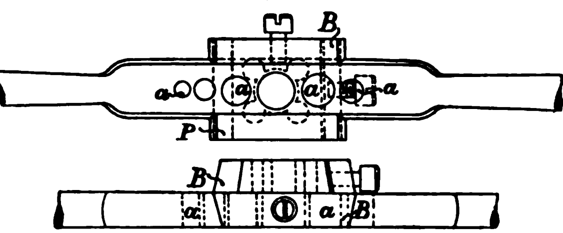
Das mit dem Leserost versehene Tabellenbrett des Hauptpatentes ist durch eine aus zehn eingetheilten Querreihen gebildete Bruchrechentabellentafel ersetzt, und auf dem Vorhang ist eine aus waagerechten, getheilten Linien bestehende Bruchtabelle angebracht, durch welche mit Hilfe von Zeigern an den Schiebern bestimmt wird, wie diese Schieber für eine auf der Tabellentafel vorzunehmende Bruchrechnung einzustellen sind.

Schraffirapparat. Von J. Keilbach in Mainz. Vom 5. November 1891. No. 63299. Kl. 42.

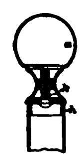
Dieser Schraffirapparat dient zur Herstellung von Strahlen- und tangentialen Schraffuren. Er besteht aus den bei *c* scharnierartig verbundenen Platten *a* und *b*, von denen die eine *a* beim Schraffiren jeweils festgehalten wird, während die mit der Ziehkante versehene andere Platte *b* sich um das Gelenk *c* bewegt. Die Fortrückung der Platte *b* geschieht durch Ausübung eines Druckes auf den Knopf *g*, wobei sich die Feder *f* streckt und in Folge dessen die damit verbundene Platte *b* verschiebt. Lässt man hierauf die Platte *a* frei, so zieht sie die Feder wieder an die Platte *b* heran. Auf diese Art bewegt sich die ganze Vorrichtung im Kreise um *c* herum. Die Theile *i l k* dienen zur Bestimmung der Strichweite. Behufs Befestigung eines graden oder gekrümmten Lineals *m* ist in *b* ein Schlitz *p* für eine Schraube *v* angebracht.



Gewindeschneidekluppe. Von F. C. Thürmer in Kopenhagen. Vom 1. September 1891. No. 62640. Kl. 49.



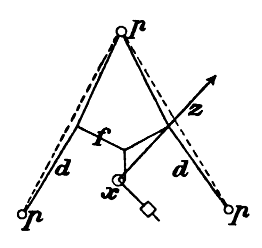
Eine Reihe von Führungslöchern *a* ist an dieser Kluppe mit einem feststellbaren Schlitten *B* derartig verbunden, dass die in den Schlitten auswechselbar eingelegten Schneidebacken zentral zu den Führungslöchern eingestellt werden können, um ein Schiefschneiden des Schraubengewindes zu vermeiden.



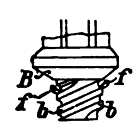
Verfahren zur Befestigung von Zierknöpfen auf Metallröhren. Von H. Gösser in Iserlohn. Vom 10. September 1891. No. 62808. Kl. 49.

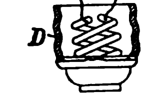
In das Röhrenende wird die kegelförmige, mit der Schraube *k* versehene Kapsel *h* eingetrieben und der überstehende Rand der Röhre über die Kapsel gedrückt. Sodann wird der Knopf *a* aufgeschraubt.

Geräth zur Messung elektrischer Ströme durch Wärmedehnung von Stromleitern. Von Hartmann & Braun in Frankfurt a. M. Vom 21. April 1891. No. 63219. Kl. 21.



Ein unter Gewichts- und Federzug stehender Zeiger *z* ist durch biegsame oder gelenkige Verbindungen *f* mit einem oder mehreren Leitern *d* verbunden. Die Leiter *d*, welche von dem zu messenden Strom durchflossen werden, sind zwischen die festen Punkte *p* gespannt. Bei Stromdurchgang verlängert sich der Draht *d*, und der biegsame Faden *f* wird in Folge der Feder- oder Gewichtswirkung unter Drehung der Axe *x* auf diese aufgewickelt. — In einem weiteren Anspruch wird ein derartiges Messgeräth von Temperaturänderungen dadurch unabhängig gemacht, dass die Lage der Befestigungspunkte *p* der Leiter *d*, sowie der Zeigeraxe *x* zu einander durch die entsprechende Anordnung von Metallen mit verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten dieselbe bleibt.





Zerlegbarer Fuss für elektrische Glühlampen. Von J. Criggal, J. Berkley & Ch. F. Williamson in Orange, V. St. A. Vom 4. August 1891. No. 63228. Kl. 21.

Der zerlegbare Fuss besteht aus dem mit der Glasbirne der Lampe verbundenen Stück *B* aus isolirendem Stoff, welches mit doppeltem, steilgängigem Gewinde *b* versehen ist. Auf dieses wird ein durch Spiralen *d* den Strom zu- und ableitendes Zwischenstück *D*, welches seiner äusseren Form nach dem Halter der Glühlampe entspricht, geschraubt. Die Spiralen *d* greifen in die Oesen *f* ein und stellen daselbst den elektrischen Schluss her.

Durch geeignete Wahl des Zwischenstückes wird die Glühlampe für Halter beliebiger Bauart verwendbar gemacht.

Rechenmaschine. Von Fr. Cuhel in Prag. Vom 13. Oktober 1891. No. 63156. (Zus. z. Pat. No. 59377.) Kl. 42.

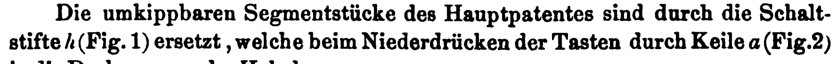


Fig. 1.

Die umkippbaren Segmentstücke des Hauptpatentes sind durch die Schaltstifte *h* (Fig. 1) ersetzt, welche beim Niederdrücken der Tasten durch Keile *a* (Fig. 2) in die Drehungsaxe des Hebels vorgeschoben werden und durch einen Rahmen solange in der vorgeschobenen Stellung erhalten bleiben, bis eine andere Taste niedergedrückt wird. Ferner ist an Stelle des die Kupplung der Scheibe *S* bewirkenden Stiftes *t* ein Exzenter angeordnet, während die Einrichtung, die Ziffernscheiben auf Null zu stellen, aus einer mit Zähnen oder Stiften versehenen Schiene *C* (Fig. 3) und den drei Zähne besitzenden Rädern *B* besteht.

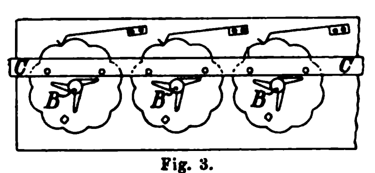


Fig. 3.

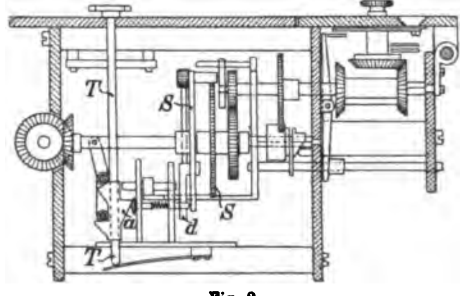
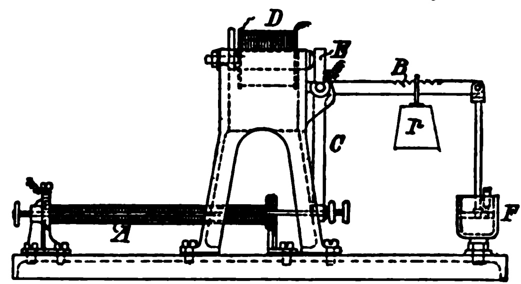


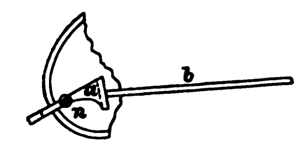
Fig. 2.

Stromregler mit unter veränderlichem Druck stehenden Widerständen. Von J. Ferraud in Darnetal, Frankreich. Vom 26. Juni 1891. No. 62433. Kl. 21.



Ein im Nebenschluss liegender Elektromagnet D wirkt auf seinen Anker EBC, welcher durch ein verstellbares Gewicht p belastet und in seinen Schwingungen durch eine Bremse F gemässigt wird. Je nach der Belastung und der Wirkung des Elektromagneten D übt der Anker einen verschiedenen Druck auf eine von dem zu regelnden Strom oder einem Theile desselben durchflossene Säule A von Kohlenstücken aus.

Brillenfeder. Von G. Jüch in Rathenow. Vom 3. September 1891. No. 62890. Kl. 42.

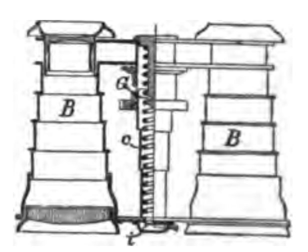


Die Brillenfeder (der Reitbügel) b von Brillen, welche mit einem Gelenk n versehen sind, um den Brillengläsern beim Sehen in der Nähe und in der Ferne die richtige Neigung geben zu können, wird in einem durch das Plättchen a und eine daran befestigte kleine Spannfeder gebildeten Schlitz geführt. Die Spannfeder hält den Bügel b in jeder Neigung durch Reibung fest.

Schublehre mit Zeigerwerk. Von M. Salenger in Berlin. Vom 20. November 1891. No. 63052. Kl. 42.

Behufs selbthätiger Verhütung des Todtganges sind die Lager der Zeigerwerksräder verschiebbar angebracht und mit Federn f verbunden, deren Kraft bestrebt ist, durch Verschiebung dieser Lager den Zahneingriff zu vergrössern.

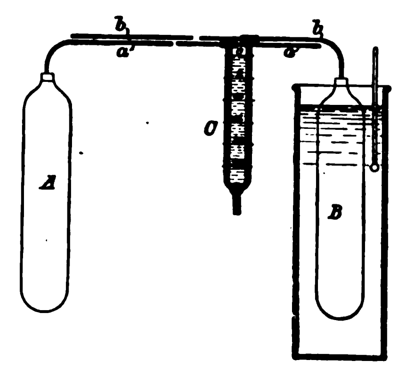
Operngias. Von M. Schloss in Köln. Vom 12. August 1891. No. 63204. Kl. 42.



Die beiden Rohre des Opernglases bestehen aus einer Anzahl lose in einander gesteckten Ringe B von ⊓⊓förmigem Querschnitt. Diese Ringe werden durch eine Feder c auseinander getrieben. Beim Zusammenschieben der Rohre tritt eine Schnappfeder i in die Nut G ein und hält so das Opernglas in zusammengeschobenem Zustande fest.

Thermometer. Von H. L. Callendar in Westminster, England. Vom 19. Juni 1891. No. 62796. Kl. 42.

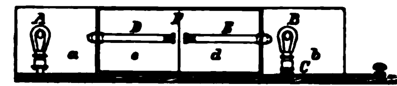
Bei diesem Thermometer soll der Einfluss, den die verschiedenen Temperatureinwirkungen auf das Thermometerrohr ausüben, für die Temperaturangaben aufgehoben werden. Der Apparat besteht aus zwei mit gleichen Massen Luft gefüllten Behältern A und B, von denen der eine A der zu messenden Temperatur ausgesetzt, der andere B dagegen auf einer bestimmten Temperatur erhalten wird. Beide Behälter sind mit dem einen Ende dünner Röhren a und b verbunden, deren anderes Ende verschlossen ist, und welche dicht nebeneinander liegen. Diese kommuniziren mit einander durch das mit Schwefelsäure oder Quecksilber zum Theil angefüllte Manometer C, welches mit einer Skale zur Ablesung der gesuchten Temperatur versehen ist.



Temperaturschwankungen der Rohrverbindungen theilen sich gleichzeitig beiden Rohren a und b mit und wirken entgegengesetzt, also kompensirend auf das Manometer ein. Diese Kompensation ist für alle Temperaturen der Gefässe A und B eine selbthätige, da in beiden Gefässen gleiche Massen Luft mit gleichem Druck vorhanden sind.

Photometer für elektrische Glühlampen. Von C. Kurz in Berlin. Vom 22. September 1890. No. 63208. Kl. 42.

In den beiden ringsum verschlossenen Räumen *a* und *b* befinden sich die zu vergleichenden Lichtquellen *A* und *B*. Zwei mit Wasser gefüllte Röhren *D* und *E* sind in entsprechende Oeffnungen der beiden einander zugekehrten Wände der Räume *a* und *b* angebracht, während ihre mit Stöpseln versehenen Enden in die Räume *c* und *d* ragen und durch eine Scheidewand *F* von einander getrennt sind. Blickt man so auf die Röhren, dass die Ebene der Scheidewand *F* zwischen die Augen des Beobachters fällt, so sieht man in den Röhren *D* und *E* Lichtbündel, deren Intensität dadurch leicht gleich gemacht werden kann, dass man die eine Lichtquelle auf einem Maassstab in der Richtung der Axe der Röhren *D* und *E* verschiebt. Die Lichtstärke der zu untersuchenden Lampe *B* gegenüber derjenigen der Normallampe *A* wird dann an dem Maassstabe abgelesen.



Schraubensicherung mit federnden Zinken. Von F. J. Nicholl in Chikago. Vom 30. September 1891. No. 63062. Kl. 47.

Diese Schraubensicherung wird durch federnde Zinken *q* gebildet, welche, aus der Auflagefläche *p* der Mutter hervorstehend und mit letzterer ein Stück bildend, sich in Vertiefungen des Mutterkörpers beim Anziehen der Mutter einlegen und durch Ausdrehung einer ringförmigen Nut *n* vom Gewinde ferngehalten werden.

Für die Werkstatt.

Neues amerikanisches Bohrerfutter. *Bayr. Industrie- und Gewerbebl.* **22.** *S. 258. (1892).*

Die nebenstehenden Figuren zeigen ein in Amerika patentirtes Bohrfutter von W. Francis in Reading, welches in wesentlichen Stücken von den bekannten Konstruktionen abweicht. Die Backen *b* (Fig. 1 und 2) haben die Form sichelförmig ausgefräster Zylinder, die mit Daumen *b'* versehen sind; sie sitzen in einem entsprechend ausgearbeiteten Futterstocke *a*, der die Daumen *b'* hindurchtreten lässt und in dem Futterkopfe *d* mittels der Schraube ohne Ende *s* durch einen aufgesteckten Schlüssel von aussen gedreht werden kann. Dabei finden die Daumen *b'* in den für sie ausgesparten Höhlungen Widerstand und öffnen oder schliessen die Backen *b* je nach dem Sinne der Drehung von *a*. Die Einrichtung ist derart, dass der Widerstand, den der Bohrer erfährt, die Klauen noch fester zu schliessen sucht. Ein Federring sichert die Stellung der Backen in jeder Lage.



Fig. 1.

Der Unterschied in der Konstruktion des vorliegenden Bohrerfutters mit den bisher bekannten liegt hauptsächlich in der Form der Backen und der Art ihrer Verschiebung. Während bei den vielfach im Gebrauch befindlichen älteren Futtern, z. B. bei dem Beach-Futter, die Backen prismatische Form haben und radial geführt werden, geschieht die Verstellung hier durch Drehung sichelförmiger zylindrischer Backen. Dadurch wirkt die Beanspruchung der klemmenden Kanten in bestimmten Stellungen, sobald sich nämlich die Backen ihrer grössten Oeffnung nähern, sehr ungünstig, was leicht ein Ausbrechen der Kanten herbeiführen kann. Ferner dürfte auch die Korrektheit des Futters, das doch eine Selbstzentrirung bewirken soll, nicht lange Stand halten, da die Pressung der eingespannten Stücke stets nur in drei Kanten geschieht, die naturgemäss beim Zentriren harter Werkzeuge, z. B. Spiralbohrer, bald und ungleichmässig abgenutzt werden müssen. *K. F.*

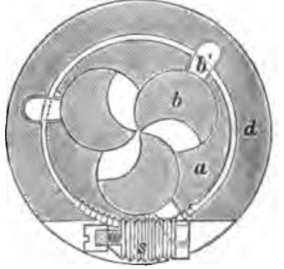


Fig. 2.

Leicht transportabler englischer Rohrschneideapparat. *Bayr. Industrie- und Gewerbebl.* **23.** *S. 266.* (*1892*) aus *Ill. Ztg. für Blechindustrie.*

Eine für gröbere Zwecke, z. B. zum Abschneiden von Gasrohren, gut verwendbare Vorrichtung ist in den Figuren 1 und 2 veranschaulicht; sie ist leicht transportabel, fest gebaut und aus gutem Materiale gefertigt.

Die Unterplatte besteht aus zwei Winkelblechen *A* aus Schmiedeeisen, die mit stählernen Hüllen *B* umkleidet sind. Zusammengehalten werden beide Theile durch die Stifte *b*, die gleichzeitig als Axen für die Bolzen *C* und *D* dienen. *C* reicht durch eine zylindrische Bohrung des Ueberwurfes *E*, der am anderen Ende einen offenen Schlitz *F* trägt, sodass bei einer Drehung des Ueberwurfes, wie sie Fig. 2 zeigt, der Bolzen *D* den Ueberwurf freilässt. Die Stahlumhüllung *B* der Grundplatten *A* ist mit einem gezahnten winkligen Ausschnitte *G* zur Aufnahme des zu zerschneidenden Rohres versehen, welches durch die im Ueberwurf *E* sitzende gezahnte Stahlbacke *H* beim Anziehen der Muttern auf den Schraubenbolzen *C* und *D* festgelegt werden kann. In Folge der Drehbarkeit der Bolzen um die Stifte *b* lässt sich die Backe *H* in verschiedene Lagen zum Ausschnitt *G* bringen; die Zahnungen desselben und der Backen verhindern ein Gleiten des Rohres bei der Bearbeitung, ein Vortheil, der nicht bei jeder gleichartigen Einrichtung zu finden ist. *K. F.*

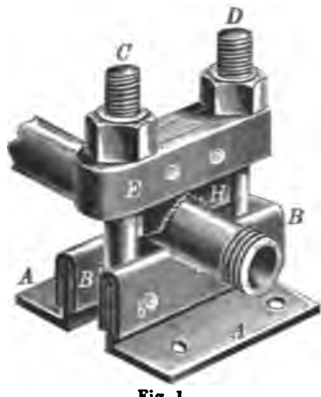


Fig. 1.

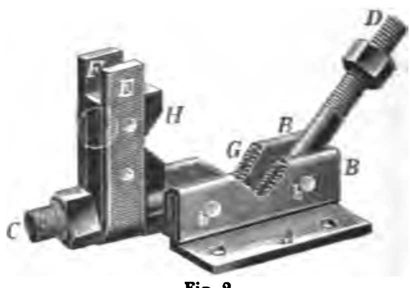
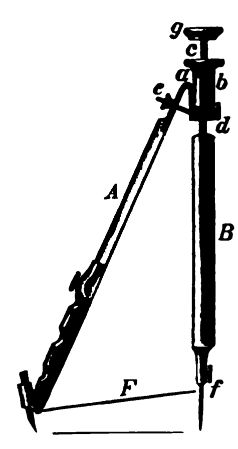


Fig. 2.

Spirograph. *Bayr. Industrie- und Gewerbebl.* **24.** *S. 278.* (*1892.*) aus *„Deutsche Uhrmacher-Zeitung“.*

Um die mühevolle und zeitraubende Arbeit des Konstruirens der Schneckenlinien zu umgehen, hat der französische Ingenieur Baeker den vielfach benutzten Fallzirkel mit einer sehr einfachen Einrichtung versehen, die er Spirograph nennt.

Der Schenkel *A* ist nicht durch ein Gelenk, wie beim gewöhnlichen Zirkel, sondern durch die Feder *a* mit der Hülse *b* verbunden und kann mittels der Schraube *c* dem Schenkel *B* genähert oder unter Benutzung der Federkraft abgestossen werden. Die Hülse *b* sitzt drehbar und in ihrer Längsrichtung verschiebbar auf der Axe *c*, die in dem Knopf *g* endigt, und kann mittels Stellschraube *d* festgeklemmt werden. Der Zylinder *B*, welcher nach oben in die Axe *c* ausläuft, trägt nach unten eine feine Spitze *f*, die durch ein Schräubchen festgeklemmt werden kann. Der Faden *F* ist an der Spitze *f* befestigt und verbindet sie mit dem Schenkel *A*. Dreht man nun die Hülse *b* auf der Axe *c*, indem man den Fuss *B* mit der Spitze *f* auf den Punkt stellt, aus dem eine Schneckenlinie gezogen werden soll, so wird sich der Faden *F* um die Spitze *f* herumwickeln, den Schenkel *A* dadurch stetig dem Schenkel *B* nähern, und der Bleistift oder die Ziehfeder des ersteren eine Spirale beschreiben. Die Korrektheit der Windungen hängt von der Form des Fadens und der Spitze ab, und die Abstände derselben untereinander von der Dicke der letzteren; bei einer ganzen Umdrehung des Schenkels *A* um *B* wickelt sich der Faden einmal um die Spitze herum; die aufgewickelte Länge beträgt also den Umfang der Spitze oder etwa das Dreifache ihres Durchmessers. Darnach lässt sich leicht die Dicke der für eine bestimmte Schneckenlinie anzuwendenden Spitze bestimmen.



Die Anordnung des Zirkels eignet sich ebenso für kleine Zeichnungen auf dem Papier, als auch für Demonstrationen an der Wandtafel, wofür er natürlich entsprechend gross ausgeführt sein muss. *K. F.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt** und **H. Haensch.**

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XII. Jahrgang. **Dezember 1892.** Zwölftes Heft.

Durch den herben Verlust, welchen die deutsche Präzisionstechnik in dem jähen Heimgang des

Direktors bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

Dr. Leopold Loewenherz

erlitten hat, ist auch unsere Zeitschrift schwer betroffen worden. Der Verstorbene war nicht allein der hauptsächlichste Begründer der Zeitschrift, sondern auch derjenige, der in den 12 Jahren des Bestehens derselben ununterbrochen den thätigsten Antheil an ihrer Entwicklung genommen hat. Unermüdlich suchte er dem Gedanken des innigen Zusammenarbeitens der theoretischen Forschung mit der technischen Praxis, dessen literarischer Träger die Zeitschrift ist, neue Freunde zu gewinnen, und sein wohlwollender und erfahrener Rath fehlte der Redaktion nie. Noch in den letzten Wochen seines Lebens beschäftigten ihn Pläne für einen weiteren Wirkungskreis der Zeitschrift, die ihr hoffentlich auch nach seinem Tode noch von Nutzen sein werden.

Tief erschüttert stehen wir vor seinem Grabe und finden Trost nur in dem Gedanken, dass die Saat, die er gesät, nicht verloren sein wird und dass es dem Werke der steten Förderung der mechanischen Kunst, welches der Verstorbene sich zu seiner Lebensaufgabe erwählt hatte, auch in Zukunft an eifrigen Mitarbeitern nicht fehlen wird. Dem edlen Menschen aber, dem werthen uns so früh entrissenen Freunde, werden wir und mit uns Alle, die ihm nahe gestanden haben, stets ein treues Andenken bewahren.

Kuratorium, Redaktion und Verlag
der Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Verwendung der flüssigen Kohlensäure zur Herstellung hochgradiger Quecksilberthermometer.

Von
A. Mahlke in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die in den letzten Jahren vielfach angefertigten Quecksilberthermometer für höhere Temperaturen sind in der Weise hergestellt worden, dass die Kapillarröhre über dem Quecksilber mit Stickstoff gefüllt wurde, der beim Erhitzen der Thermometer durch das in der Kapillare emporsteigende Quecksilber komprimirt wurde und durch seinen Druck dieses am Sieden verhinderte, wenn die Instrumente über den Siedepunkt des Quecksilbers, also über etwa 360°, hinaus erhitzt wurden.[1]) Hierdurch war es möglich, mittels derselben Temperaturen bis 450° zu messen.

Im vorigen Jahre ist nun im glastechnischen Laboratorium von Schott & Gen. in Jena eine neue Glasart, 59^{III} bezeichnet, hergestellt, die geeignet ist, zur Messung noch höherer Temperaturen zu dienen. Zu diesem Zweck sind die Thermometer, wie Schott angegeben[2]), mit Stickstoff unter Druck zu füllen. Derselbe muss jedoch 17 bis 18 Atmosphären betragen, wenn die Instrumente innerhalb so weiter Temperaturgrenzen benutzt werden sollen, wie es das Glas 59^{III} zulässt, nämlich bis 550°. Bei einer Füllung unter so hohem Druck stellen sich aber viele Schwierigkeiten ein, da die Dichtung der Hähne und Verbindungsstücke nur mit Aufwendung ungewöhnlicher Mittel zu bewerkstelligen ist.

Wesentlich einfacher gestaltet sich die Ausführung, wenn man die Kapillare anstatt mit Stickstoff mit Kohlensäure anfüllt und sich hierzu der flüssigen Kohlensäure bedient, die für den vorliegenden Zweck nicht nur das gegen Quecksilber indifferente Gas, sondern zugleich den nöthigen Druck in mehr als erforderlichem Maasse liefert. Da die flüssige Kohlensäure bei Zimmertemperatur eine Spannung von 50 bis 60 Atmosphären besitzt, so ist die Einschaltung eines Rezipienten erforderlich, um eine Druckverminderung zu erzielen. Ausserdem ist noch darauf Rücksicht zu nehmen, dass die käufliche flüssige Kohlensäure Spuren von Feuchtigkeit enthält, weswegen sie vor Einführung in die Thermometer durch eine Trockenvorrichtung geleitet werden muss.

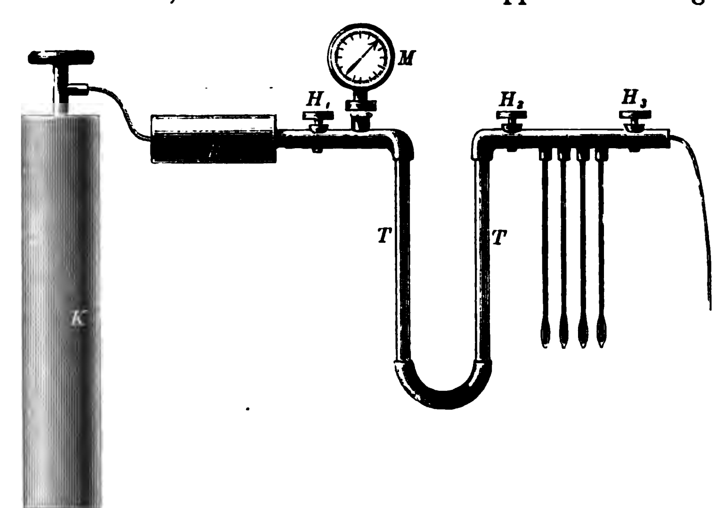
Der Apparat zur Herstellung von hochgradigen Quecksilberthermometern nimmt hiernach die in nachstehender Figur (a. f. S.) schematisch dargestellte Form an. In derselben bedeutet K den Kohlensäureballon. Mit dem Mundstück desselben ist durch eine starke Metallkapillare der Rezipient R verbunden. Dieser besteht aus einer einfachen Metallbüchse, die durch den Hahn H_1 von den folgenden Theilen des Apparates abgeschlossen ist. Hinter H_1 setzt sich der Apparat in einem Rohr fort und an dieses ist das Manometer M angeschlossen, das bis 20 Atmosphären Druck anzuzeigen im Stande sein muss. Auf das Manometer folgt die Trockenröhre T. Dieselbe ist aus starkwandigen Glasröhren herzustellen; gebogene Glasröhren sind thunlichst zu vermeiden, da solche selten spannungsfrei sind und deswegen keinen hohen Druck auszuhalten vermögen; an ihrer Stelle verwendet man besser gebogene Metallröhren. An die Trockenvorrichtung schliesst sich ein Rohr, das die beiden Hähne H_2 und H_3 enthält und in eine Kapillare

[1]) Vgl. Wiebe, *Ueber die Verwendung der Quecksilberthermometer in hohen Temperaturen, diese Zeitschr. 1890. S. 209.*

[2]) Vgl. Schott, *Thermometerglas, diese Zeitschr. 1891. S. 330.*

ausläuft. Zwischen den Hähnen H_2 und H_3 sind die zu füllenden Thermometer anzubringen.

Ist dies geschehen, so findet die Verwendung des Apparates in folgender Weise statt. Man öffnet den Hahn des Kohlensäureballons kurz und schliesst ihn sofort wieder, so dass eine geringe Menge Kohlensäure in den Rezipienten R einströmt; dann öffnet man alle Hähne und lässt die Kohlensäure durch die Kapillare ausströmen. Dies wird so oft wiederholt, bis alle Luft aus dem Apparat verdrängt ist. In etwa 10 Minuten wird dies geschehen sein, mit Ausnahme der Thermometerkapillaren, die nicht direkt von der Kohlensäure durchströmt werden. Um auch aus diesen die Luft zu entfernen, werden die Hähne H_3 und H_1 geschlossen und in den Rezipienten Kohlensäure unter grösserer Spannung eingelassen, indem der Hahn des Ballons wiederholt kurz geöffnet wird. Der im Rezipienten herrschende Druck wird dann auf die übrigen Theile des Apparates übertragen durch Oeffnen des Hahnes H_1, doch geschieht dieses nur soweit, bis das Manometer etwa 10 Atmosphären anzeigt; dann schliesst man H_1 wieder. Durch den Druck ist in die Thermometerkapillaren Kohlensäure eingepresst, die sich mit der darin befindlichen Luft mengt. Schliesst man H_2 und öffnet H_3, so strömt diese mit der Kohlensäure aus. Wird dieser Vorgang 6 bis 10 Mal wiederholt, so wird die Luft in den Kapillaren so verdünnt, wie dies sonst mittels einer Luftpumpe erzielt wird. Man darf diese Operationen nicht zu sehr beschleunigen, damit die Substanz in der Trockenröhre genügend auf die durchströmende Kohlensäure einzuwirken im Stande ist. Zugleich werden durch die wiederholte Füllung der Kapillaren mit trockner Kohlensäure diese ausgetrocknet. Sobald in solcher Weise die Verdrängung der Luft aus den Instrumenten erfolgt ist, können dieselben fertig gestellt werden, indem man aus dem Rezipienten soviel Druck eintreten lässt, dass das Manometer 17 bis 20 Atmosphären anzeigt, und sie dann wie die Stickstoffthermometer abschmilzt, nach dem Verfahren, das Schott in der oben zitirten Veröffentlichung S. 332 angegeben hat.



Die Vorzüge dieses Verfahrens bestehen darin, dass sowohl die besondere Herstellung von Stickstoff vermieden, als auch die sonst erforderliche Druck- und Luftpumpe entbehrlich wird. Vor allem aber erweist sich der Umstand bei demselben als vortheilhaft, dass Undichtigkeiten, wenn dieselben nicht gar zu bedeutend sind, das Verfahren nicht stören, da sich die hieraus entstehende Druckverminderung stets durch den grossen Druck im Rezipienten leicht ausgleichen lässt. Bei dem mässigen Preise der flüssigen Kohlensäure ist es hiernach möglich, diese Thermometer mit nicht zu bedeutendem Aufwande von Mitteln und deswegen verhältnissmässig billig herzustellen.

Die in solcher Weise in der Reichsanstalt angefertigten Thermometer haben

sich durchaus bewährt und bisher keinen Nachtheil gegenüber den mit Stickstoff gefüllten Quecksilberthermometern gezeigt. Auch hat sich die Angabe von Schott über die Härte des Glases 59^{III} bestätigt. Erst bei Erhitzungen über 550° hinaus wird diese Glasart so weich, dass durch den innern Druck von 17 bis 20 Atmosphären die Thermometergefässe erweitert und hierdurch dauernde Standänderungen der Instrumente in merkbarem Betrage veranlasst werden. Mithin sind mittels dieser Thermometer genaue Temperaturmessungen bis 550° möglich.

Eine magnetische Waage und deren Gebrauch.

Von
Dr. H. E. J. G. du Bois in Berlin.

Gelegentlich eines auf dem Frankfurter internationalen Elektrotechniker-Kongress im September 1891 gehaltenen Vortrags über „magnetische Kreise und deren Messung"[1]), habe ich das erste Exemplar eines Apparats vorgeführt, mittels dessen Magnetisirungskurven und Hysteresisschleifen für beliebige Materialien rasch in absolutem Maasse bestimmt werden können.

Das leitende Konstruktionsprinzip war, das zu untersuchende Probestück als Hauptwiderstand in einen magnetischen Kreis einzufügen. Da man den übrigen magnetischen Widerstand zwar sehr verringern, nicht aber vernachlässigen kann, so wird er beim Auftragen der Kurven in einfacher Weise berücksichtigt. Die auftretende, zur Messung benutzte magnetische Zugkraft wird durch Laufgewichte kompensirt. Das Instrument wurde seitdem in allen Einzelheiten durchkonstruirt; ich gestatte mir, es jetzt in der endgiltigen Gestalt zu beschreiben, wie es in 1/4 der wirklichen Grösse schematisch in Fig. 1, perspektivisch in Fig. 2 abgebildet ist.

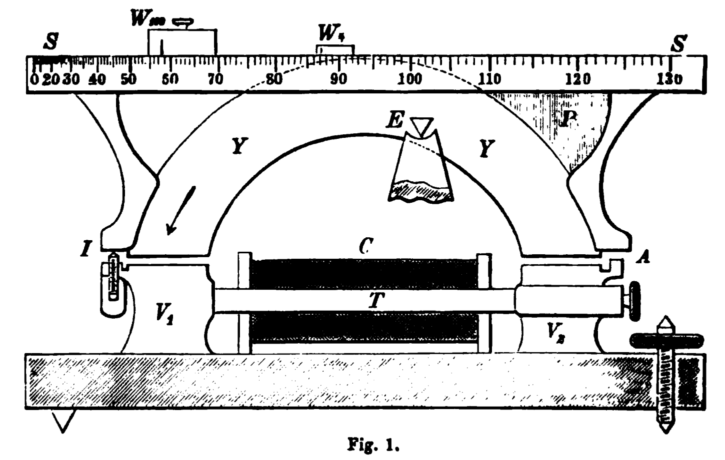


Fig. 1.

Die Probe T wird automatisch zwischen die Backen V_1 und V_2 geklemmt, nachdem sie mittels zugehöriger Lehre auf 15 *cm* Länge möglichst gerade abgeschnitten und, wenn möglich, auf 1,128 *cm* Durchmesser abgedreht ist. Es entspricht dies einem Querschnitt von 1 *qcm*, dessen Innehaltung zwar nicht nothwendig, aber insofern bequem ist, als dann jede Umrechnung erspart wird. Felder, bis zu 300 *c. g. s.* Einheiten liefert die Spule C; diese ist 4π *cm* lang[2]) und

---

[1]) Die zweite Berichtshälfte der Kongressverhandlungen ist bekanntlich bisher nicht erschienen; es muss daher auf das Referat in „*The Electrician*" *27. S. 634 (1891)* verwiesen werden. Siehe auch *diese Zeitschrift. 1892. S. 102.*

[2]) In Wirklichkeit ist sie etwas kürzer (12,2 *cm*), um den Einfluss der Enden zu kompensiren.

mit 100 Windungen 4 *mm* dicken Kupferdrahts bewickelt, so dass die Feldintensität $\mathfrak{H}$ in der Mitte der Spule sich durch Multiplikation des Stromes (in *Ampère*) mit 10 ergiebt. Ueber den Backen schwebt in geringer Entfernung ein Ankerjoch YY, welches zugleich den Waagebalken darstellt. Die Schneide E desselben ruht exzentrisch auf dem Apparate; durch den Bleiklotz P wird das Gleichgewicht hergestellt.

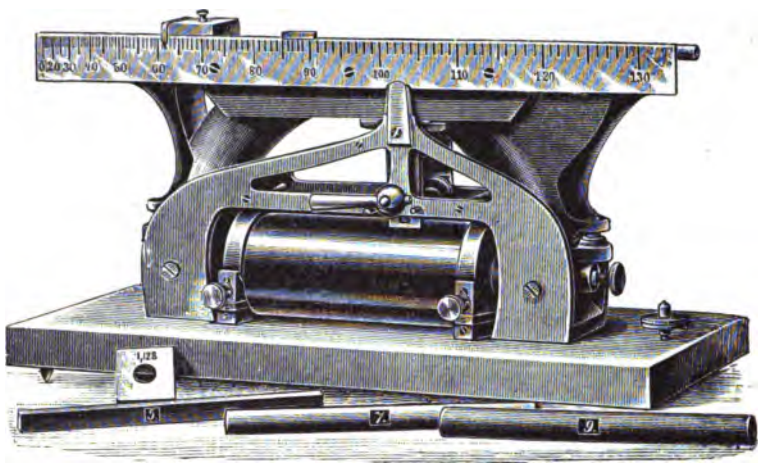
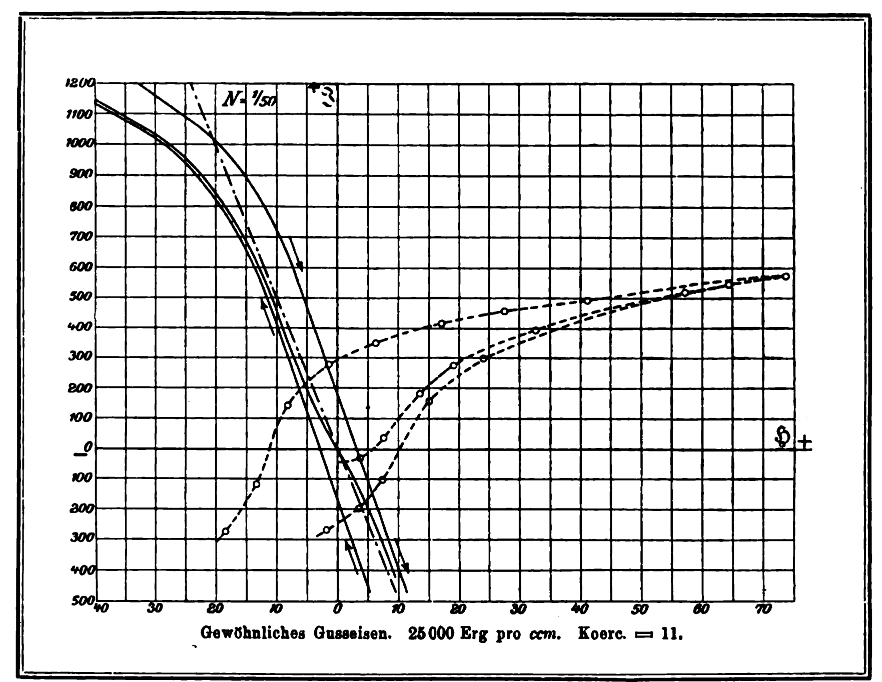


Fig. 2.

Die auf beiden Seiten aus Symmetriegründen gleichen magnetischen Anziehungen erzeugen dennoch der ungleichen Hebelarme wegen verschiedene Kräftepaare. Das resultirende Drehungsmoment ist, wie ich mich durch ballistische Versuche überzeugte, innerhalb des zu benutzenden Bereichs dem Quadrate der zu messenden Magnetisirung $\mathfrak{J}$ in der Mitte der Probe proportional und zieht das Ankerjoch links herunter. Diese Wirkung wird durch Laufgewichte W_{100} oder W_4 von 100 bezw. 4 *g* Gewicht, welche an der



Gewöhnliches Gusseisen. 25000 Erg pro *ccm*. Koerc. = 11.

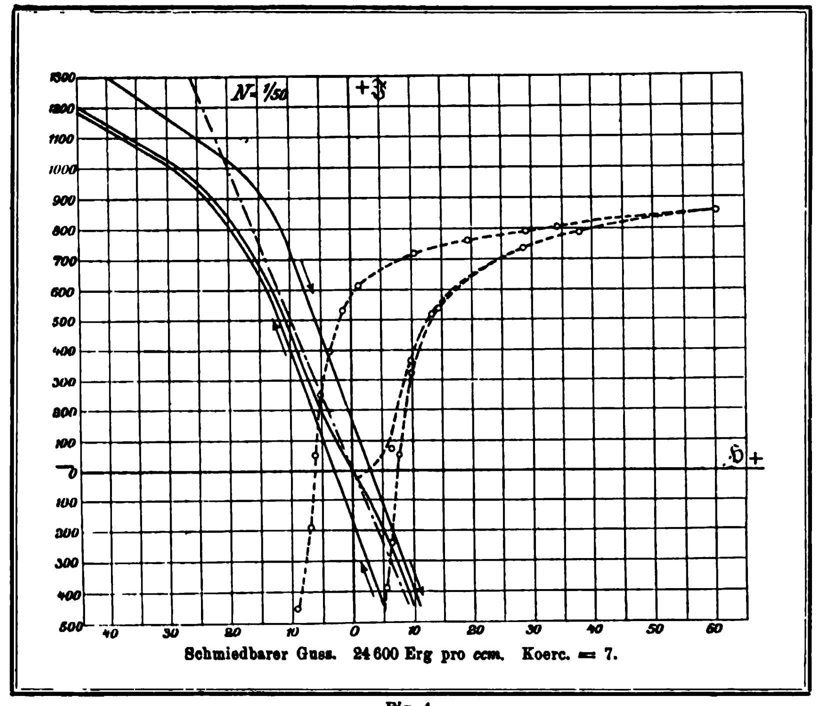
Fig. 3.

quadratisch getheilten Skale SS entlang gleiten, kompensirt. Es leuchtet daher ein, wie man aus der Skalenablesung durch einfaches Multipliziren mit 10 ($= \sqrt{100}$) bezw. 2 ($= \sqrt{4}$) den gesuchten Werth der Magnetisirung findet, wofern der Proben-

querschnitt 1 *qcm* beträgt; andernfalls ist nach dem Auftragen der Kurven schliesslich die Ordinate durch den gemessenen Querschnitt zu dividiren; dabei kommt es nicht darauf an, ob das Profil kreisrund, quadratisch oder sonst wie gestaltet sei.

Da das magnetische Gleichgewicht naturgemäss immer labil ist, kann man keine Einstellung, wie am Zeiger einer Waage, ablesen, sondern bestimmt nach dem Gefühl diejenige Stellung des Laufgewichts, bei welcher der Anker von der (mit einem Sicherheitsverschluss versehenen) Justirschraube I gerade abgerissen wird. Bei einiger Uebung gelingt diese Bestimmung mit mehr als genügender Genauigkeit. Der Anker schwebt nach Art der Morsetaster mit sehr geringem Spielraume über der Schraube I und dem Anschlage *A*; durch sein Umkippen ändert sich der magnetische Widerstand des ganzen Kreises nicht merklich.

Das Auftragen der Kurven geschieht am besten gleich von einer nach links geneigten Hilfsordinatenaxe aus, deren Gleichung $\mathfrak{J} = (1/N)\,\mathfrak{H}$ ist, wo N den so-



Schmiedbarer Guss. 24600 Erg pro ccm. Koerc. = 7.

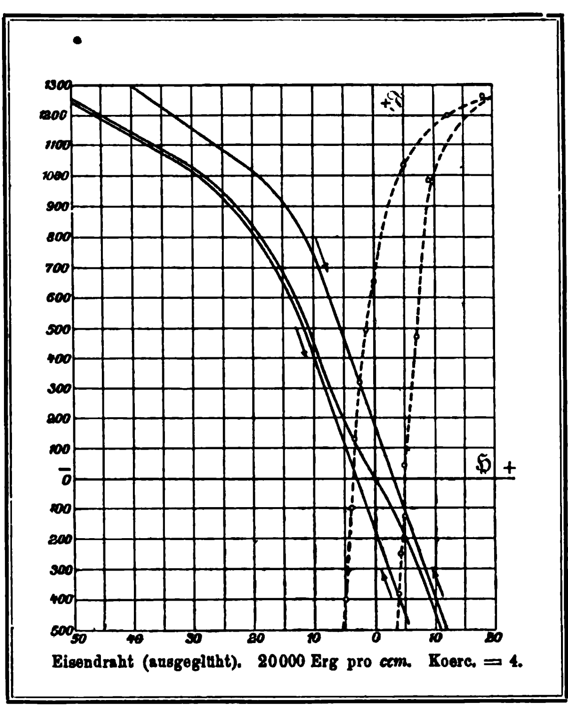
Fig. 4.

genannten „Entmagnetisirungsfaktor" bedeutet; die Grösse desselben ist für einen Zylinder, dessen Länge 15 Durchmesser beträgt, ungefähr 0,12. In einer dieser magnetischen Waagen verringerte sich N auf 0,02, entsprechend dem Dimensionsverhältniss 45; letzteres wird also durch die magnetische Schliessung scheinbar verdreifacht. Man kann das auch so ausdrücken, dass man sich die Probe zu einem Ringe gebogen denkt, bis ihre Enden sich in nahezu $^1/_4$ *mm* Entfernung gegenüberstehen; dies würde denselben Entmagnetisirungsfaktor 0,02 ergeben. Genauere Resultate erhält man, wenn man noch, statt von der geneigten geraden Hilfsordinatenaxe, von gekrümmten „instrumentellen Richtlinien" aus die Abszissen aufträgt. Diese werden bei der Aichung des Apparats ein für allemal bestimmt und sind drei an der Zahl: eine für von Null aufsteigende Magnetisirung; zwei für

die auf- bezw. absteigenden hysteretischen Aeste zyklischer Magnetisirungsprozesse. Durch ihre Benutzung korrigirt man automatisch den Einfluss der magnetischen Widerstände der Backen V_1 und V_2, des Jochs $Y\,Y$, der Luftzwischenräume mit ihrer variablen Streuung, sowie des Uebergangswiderstandes zwischen Probestück und Instrument.

Schliesslich sind noch einige Bemerkungen über den praktischen Gebrauch der magnetischen Waage hinzuzufügen.

Die Spule wird in einen Stromkreis mit einer Wippe, einem guten Ampèremeter, einem oder zwei Akkumulatoren und einem Rheostat (vorzugsweise einem flüssigen) geschaltet, so dass man den Strom bequem und allmälig umschalten, ändern und messen kann; sein Werth muss zwischen 0 und 30 *Ampère* variirbar sein, dem Feldbereiche 0 bis 300 *c. g. s. Einheiten* entsprechend, welches für alle gewöhnlichen Zwecke ausreicht. Zunächst sollten alle Theile gründlich durch „abnehmende Kommutirung" entmagnetisirt werden; dementsprechend wird das Ankerjoch mittels einer angebrachten Hebevorrichtung langsam gehoben, während die Wippe rasch hin und her geworfen wird. Bei Nichtbenutzung des Instruments bleibt das Joch arretirt, um die Schneiden *E* zu schonen. Dann wird die Spule dem Beobachter zugeschoben und die Probe langsam hervorgezogen, während fortwährend kommutirt wird.



Eisendraht (ausgeglüht). 20000 Erg pro *ccm*. Koerc. = 4.

Fig. 5.

Die Methode des Ablesens wird nach dem Obigen zur Genüge einleuchten; es sei nur hinzugefügt, dass wegen des quadratischen Wirkungsgesetzes das Instrument nicht angiebt, ob $+\sqrt{\mathfrak{J}^2}$ oder $-\sqrt{\mathfrak{J}^2}$ genommen werden muss; aber beim graphischen Auftragen wird dies alsbald klar, da einer der beiden Punkte völlig ausserhalb der glatten Kurve fällt, welche die übrigen Beobachtungen darstellt. Es ist daher überflüssig, dem Apparate eine besondere polarisirte Vorrichtung beizugeben, mittels deren die Richtung der Magnetisirung leicht bestimmt werden könnte.

Das kleinere Laufgewicht (4 *g*) wird für den Bereich $o < \mathfrak{J} < 260$ benutzt; es wird dann in die Nulllage zurückgeschoben und die Messung mit dem grösseren Gewicht (100 *g*) für den Bereich $260 < \mathfrak{J} < 1300$ fortgesetzt. Die zehnfachen Ampèremeter und Skalenablesungen (oder mit dem kleinen Gewichte nur das Doppelte der letzteren) ergeben dann direkt die Abszissen und Ordinaten der gesuchten Kurven in absoluten *c. g. s. Einheiten*. Erstere werden von „instrumentellen Richtlinien" aus gemessen, wie oben erklärt wurde; diese sind auf einem zum Apparat gehörigen durchsichtigen Blatte aufgezeichnet, welches man auf den linken oberen oder rechten unteren Quadranten des Koordinatenpapiers legt, wodurch das Auftragen der Kurven auf dasselbe ebenso einfach wird wie gewöhnlich.

Die Leistung des Apparates beurtheilt man am besten nach den Kurven der Fig. 3, 4 und 5, welche darin mit entsprechenden Proben in kürzester Zeit erhalten wurden. Die ausgezogenen Kurven sind die Richtlinien; die mittlere (für aufsteigende Magnetisirung) weicht nicht unerheblich von der Geraden ab, welche dem Werthe $N = 0{,}02$ entspricht, namentlich für Werthe von $\mathfrak{J} > 850$. Aus der Kurve für schmiedbaren Guss (Fig. 4), die erste meines Wissens für dieses Material überhaupt veröffentlichte, ist ersichtlich, dass dessen Magnetisirung (für $\mathfrak{H} = 65$) ungefähr 50 % grösser, und dessen Koerzitivkraft (im Sinne Hopkinson's) um ebensoviel geringer ist als die entsprechenden Grössen des gewöhnlichen Gusseisens. Fig. 5 wurde mit einem Bündel von 124 dünnen Eisendrähten erhalten, deren Gesammtquerschnitt 1 *qcm* betrug. Die Anfertigung der Apparate ist von Herrn Mechaniker O. Wolff hierselbst übernommen worden.

Neue Messinstrumente und Hilfseinrichtungen für die Werkstatt.

Von

Mechaniker K. Friedrich in Berlin.

3. Ueber die Erzeugung von Zahnrädern durch Fräsen (Zusatz).

Die Beschreibung der Bamberg'schen Fräsevorrichtung für Zahnräderfräsen (*diese Zeitschrift 1892. S. 294*) hat Herrn C. Petermann, Mechaniker am Physikalischen Kabinet des Technologischen Instituts in St. Petersburg zu der Mittheilung veranlasst, dass er das der Bamberg'schen Einrichtung zu Grunde liegende Konstruktionsprinzip schon vor zwanzig Jahren in einer mechanischen Werkstatt der Schweiz verwirklicht gefunden habe; er selbst habe das gleiche Prinzip bei einer Fräsemaschine benutzt, die er für seinen eignen Bedarf konstruirte, und welche sich nunmehr 16 Jahre lang in fortwährendem Gebrauche in seiner Werkstatt befinde.

Die Einzelheiten dieser Einrichtung, besonders die treffliche Durchkonstruktion, die auf grosse Festigkeit ein Hauptgewicht legt, sowie die Eigenartigkeit der Bewegungsübertragung erscheinen so interessant, dass es angebracht sein dürfte, dieselben an der Hand der nachstehenden Abbildung (Fig. 1 a. f. S.) unter Bezugnahme auf die Ausführungen in der oben zitirten Veröffentlichung näher zu beleuchten.

Auf der gusseisernen Grundplatte G ist der Hauptlagerbock B mit acht Schrauben festgeklemmt; der Bock hat hier eine gewölbeartige, an der konvexen Seite stark verrippte Form und dient einer kreuzbügelförmig gestalteten Axe D als Lager. Diese trägt an ihren beiden horizontalen Armen Lagerschrauben für den Spindelträger, der hier also von der Axe D umschlossen wird, während er bei dem Bamberg'schen Apparat die letztere umgiebt; beide Lagerungen sind gleichwerthig. Die Fräsespindel E ist ebenfalls zwischen Konus und Gegenspitze gelagert, welche letztere an der Leitstange L sitzt. Bei dem vorliegenden Apparat hat diese eine längere Führung in dem Spindelträger und lässt sich mittels zweier Knebelschrauben sicher- und feststellen. Die Leitstange endigt in einem Handgriffe und trägt an diesem eine Rolle X, mit welcher sie auf der am Ständer C sitzenden Profilschablone gleitet; zum Tieferfräsen der Zähne wird diese Rolle

durch eine solche kleineren Durchmessers ersetzt, zu welchem Zwecke der Griff entfernt werden muss. Für die Ruhe des Apparates ist eine Gabel *F* an dem Ständer *C* in geeigneter Weise angebracht, die der Leitstange als Unterstützung dient und zurückgeschlagen wird, sobald der Apparat in Betrieb gesetzt werden soll. Die zu bearbeitende Zahnradfräse sitzt auf der Spindel einer Schlitteneinrichtung mit horizontaler und vertikaler Verschiebung, die der Bamberg'schen Anordnung fast vollkommen entspricht, so dass in dieser Beziehung auf die obengenannte Beschreibung verwiesen werden kann.

Während beim Bamberg'schen Apparat die Bewegung von einem Deckenvorgelege entnommen wird, ist die Petermann'sche Maschine auf einer eichenen Tischplatte montirt, die auf einem Drehbankuntergestell mit Schwungrad und Tritt befestigt ist. Neben, in der Figur hinter der eigentlichen Fräsevorrichtung ist ein Gerüst *S* ebenfalls auf die Tischplatte gesetzt, das in seinem unteren verdickten Theile eine Axe mit Schnurscheiben *s* und s_1 aufnimmt und oben auf einer zweiten zur ersteren parallelen Axe drehbar zwei Hebel mit Schnurscheiben s_2 und s_3 nach der einen und Gewichten *g* und g_1 nach der anderen Seite trägt. Die Bewegung des Schwungrades wird nunmehr mittels Schnur auf die Scheibe *s* und durch die Axe auf s_1 geleitet; von dort führt eine Schnur zur Rolle s_2 über den Spindelwirtel *E* nach s_3 und zurück nach s_1. Diese Anordnung ist gewählt, um bei der verschiedenartigen Bewegung der Leitstange *L* und Spindel *E* um die Profilschablone herum die Schnur stets gespannt zu erhalten, was hier durch die Gewichte *g* und g_1 bewirkt wird. Die Anordnung dürfte sich auch für viele andere Zwecke eignen.

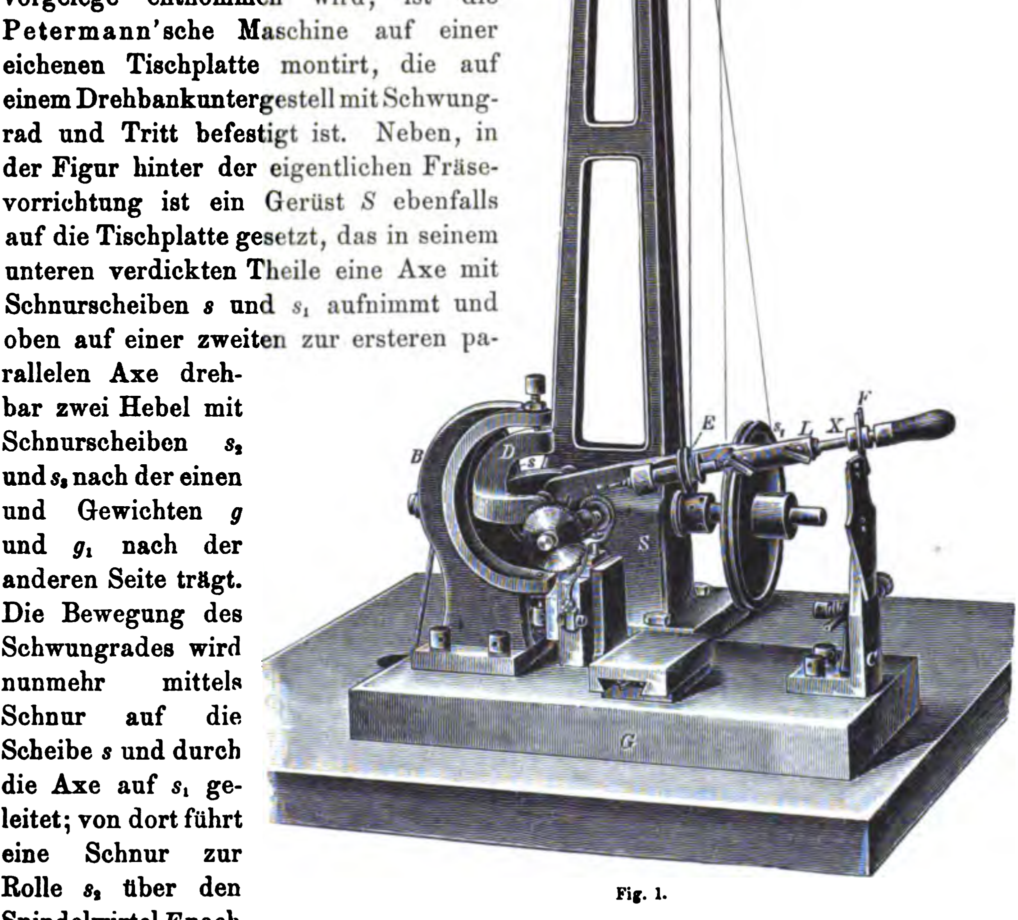


Fig. 1.

Die zur Aufnahme der zu bearbeitenden Fräse dienende Axe ist mit gezahnter Theilscheibe und Sperrklinke versehen; ausser zur Herstellung von Fräsen im Durchmesser von 5 bis 90 *mm* kann die durchbohrte Spindel auch zum Schneiden von Senkern und Kugelfräsen verwendet werden, zu welchem Zwecke dann natürlich entsprechend geformte Schablonen an den Ständer *C* geklemmt werden müssen.

Im Uebrigen stimmen, wie Herr Petermann selbst bemerkt, die Einrichtungen mit dem Bamberg'schen Apparat soweit überein, dass die frühere Beschreibung mit Anfügung der jetzigen Ergänzung auf beide Vorrichtungen passt.

4. Ueber die Erzeugung von Kegelrädern und Trieben.

a) Die Erzeugung von Trieben und Triebstangen.

Die Erzeugung von geradzähnigen Trieben und Triebstangen unterliegt im Grunde genommen denselben Gesetzen wie diejenige der Stirnräder; man hat es hier nur mit einem besonderen Falle zu thun. Die Radien der Theilkreise des Räderpaares nämlich nähern sich den entgegengesetzten Grenzen, der Radius der Zahnstange ist unendlich gross, also der Theilkreis selbst eine gerade Linie geworden, während der Radius des Triebes sehr klein geworden ist. Indessen hat diese Besonderheit einen wesentlichen Einfluss nur auf die Form der Zähne, also auch der Zahnfräse, deren Konstruktion schon in der früheren Mittheilung (*diese Zeitschrift 1892. S. 230*) eingehend besprochen worden ist. Die Einrichtung der Fräsemaschine wird im Prinzip nicht davon berührt; nach wie vor ist für die Erzeugung der Zähne sowohl am Triebe als an der Zahnstange eine zur Axe des Theilkreiszylinders parallele Führung nothwendig; die Zähne werden in das Trieb nach einer Kreistheilung in der gewohnten Weise eingeschnitten, während

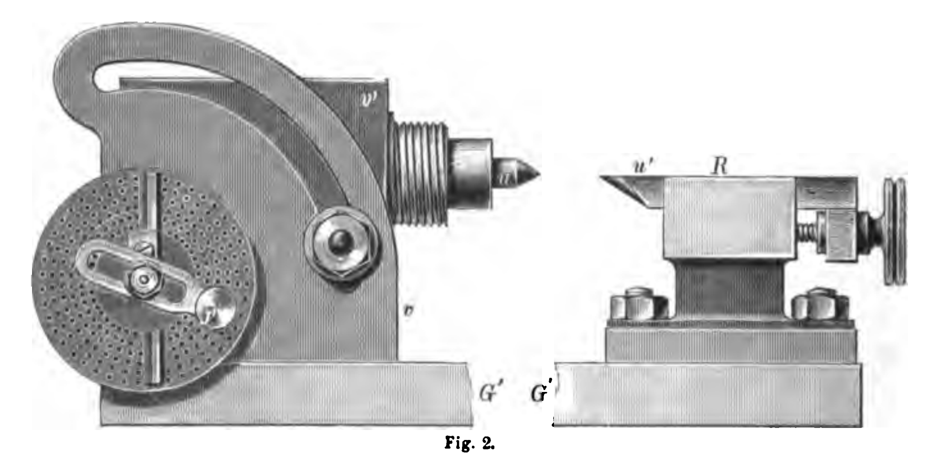


Fig. 2.

die Theilung für die Zahnstange linear wird. Für die Arbeit des Einfräsens der geraden Zähne kann demgemäss jede Fräsemaschine für Stirnräder dienen, die aber in den meisten Fällen, dem vorliegenden besonderen Falle angepasst, also als Spezialmaschine gebaut wird.

Eine Ausführungsform derartiger Spezialmaschinen ist die in Fig. 2 im Aufriss und in Fig. 3 im Seitenriss dargestellte Einrichtung von Sponholz & Wrede, welche diese Firma zum Gebrauch an ihren Universalsäulenfräsemaschinen empfiehlt. Die ohne Weiteres zu übersehende Vorrichtung wird mit der Grundplatte *G'* auf dem Support der Fräsemaschine befestigt, der Triebkörper zwischen

die Spitzen oder Hohlkerne u und u' gespannt und durch Fortstellung des Supports unter der auf der Fräsespindel rotirenden Zahnprofilfräse durchgeführt. Die rechte Spitze sitzt in dem auf der Grundplatte verstellbaren Reitstock R, ist fast bis zu ihrer Umdrehungsaxe abgefeilt und lässt sich durch eine im Reitstock gelagerte Schraube in Schwalbenschwanzführung verschieben. Die linke Spitze sitzt in der Spindeldocke v, und zwar in einer in einem Gleitstücke v' drehbaren Axe. Diese trägt Schraubenradzähne und kann durch eine Schraube w gedreht werden. Auf der Schraube sitzt nach aussen hin eine Theilscheibe, die in Verbindung mit der Schraube eine ebenso umfangreiche Theilung hergiebt als die Universalfräsemaschine desselben Konstrukteurs. Die Theilung der Scheibe ist durch Bohrungen gekennzeichnet, in welche ein Index J' einschnappen kann, der durch die Möglichkeit einer radialen Verstellung sämmtliche getheilten Kreise der Scheibe beherrscht. Um die Axe der Schraube w lässt sich ferner der Gleitkörper v' mit der Spindelspitze nach oben neigen, wodurch die Vorrichtung einer weiteren Verwendung erschlossen wird, der Herstellung von Kegelrädern, worauf ich weiter unten noch zurückkommen werde. Zum Einspannen der Kegelräder lässt sich auf ein Spindelgewinde der im Gleitstück v' drehbaren Axe ein Futter aufschrauben. Die eingespannten Triebe werden durch Mitnehmer, die auf den Triebkörper und auf die Spindelspitze geklemmt werden, mit der letzteren verkuppelt.

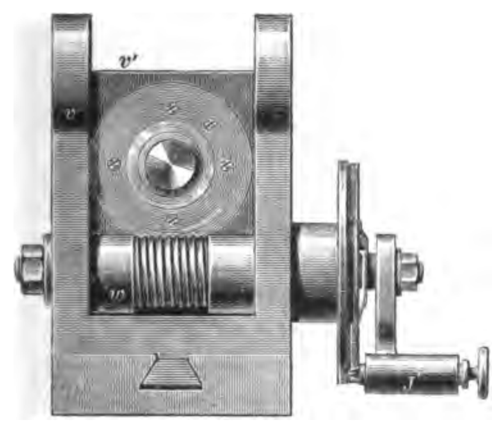


Fig. 3.

Im Handel sind auch Triebe in den gebräuchlichen Durchmessern und Zähnezahlen etwa in der Länge eines $^1/_4$ *m* käuflich; sie sind mittels „Ziehen“ durch eine gehärtete Hohllehre von der vollständigen Form des fertigen Triebes erzeugt und besitzen eine sehr bedeutende Härte, welche eine Bearbeitung sehr erschwert; deshalb ist die Verwendung dieser käuflichen Triebe, insofern sie zum Gebrauche an Instrumenten bearbeitet, z. B. mit zylindrischen oder konischen Andrehungen versehen werden sollen, mit einer grossen Verschwendung von Material und Arbeit verbunden, die man bei starkem Bedarf an Trieben durch Anfertigung derselben in der eigenen Werkstatt den besonderen Zwecken entsprechend zu umgehen suchen wird.

Ein neues Element wird in die Triebfräsemaschine erst dann eingeführt, sobald die Zähne der Triebe und Zahnstangen nicht mehr parallel, sondern geneigt zur Axe liegen sollen, also den Zylinder spiralförmig umgeben. Diese Anordnung wird für zweckmässig gehalten, weil dadurch ein gleichmässiger Gang der Triebe erzielt werden soll; während nämlich bei geradzähnigen Trieben wegen des geringen Durchmessers meist nur ein Zahn zum Eingriff gelangt, liegen bei Trieben mit spiralförmig gewundenen Zähnen verschiedene Theile von mehreren Zähnen zu gleicher Zeit ein, so dass sich der theoretisch stets nothwendige todte Gang nicht in demselben Maasse fühlbar macht als bei geradzähnigen Trieben.

Die Verwendung der spiralzähnigen Triebe ist jetzt besonders an mikroskopischen Apparaten allgemein geworden; so verwendet die Optische Werkstätte Carl Zeiss in Jena ausschliesslich diese Art, welche sie in den eigenen

Werkstätten mittels einer von dem Werkmeister Herrn H. F. Russ konstruirten Fräsemaschine herstellt. Die Einrichtung derselben, deren Veröffentlichung mit der freundlichst ertheilten Erlaubniss der Leitung der genannten Werkstatt geschieht, ist folgende:

Auf einer metallenen Grundplatte, die ihrerseits auf einen Holztisch fest aufgeschraubt ist, ist das mit hohen Wangen versehene, besonders kräftig gehaltene Drehbankbett *A* befestigt, welches fest genug ist, um alle beim Fräsen auftretenden Erschütterungen zu vernichten. An dem in der Fig. 4 rechts liegenden Ende des Bettes ist mit diesem der Spindelkasten fest verbunden. Er umschliesst zwei in der Figur nicht sichtbare, konaxial liegende und durch eine auf starker Feder sitzende Nase mit einander verbundene Axen, von denen die äussere durch einen stählernen Arm *H* mit der Vorrichtung *J* in Verbindung steht, und ausserdem einen zweiten Arm *U* aus dem Spindelkasten hervortreten lässt. Die innere Axe ist mit einer Theilscheibe *T* versehen und dient zur Erzeugung der jeweiligen

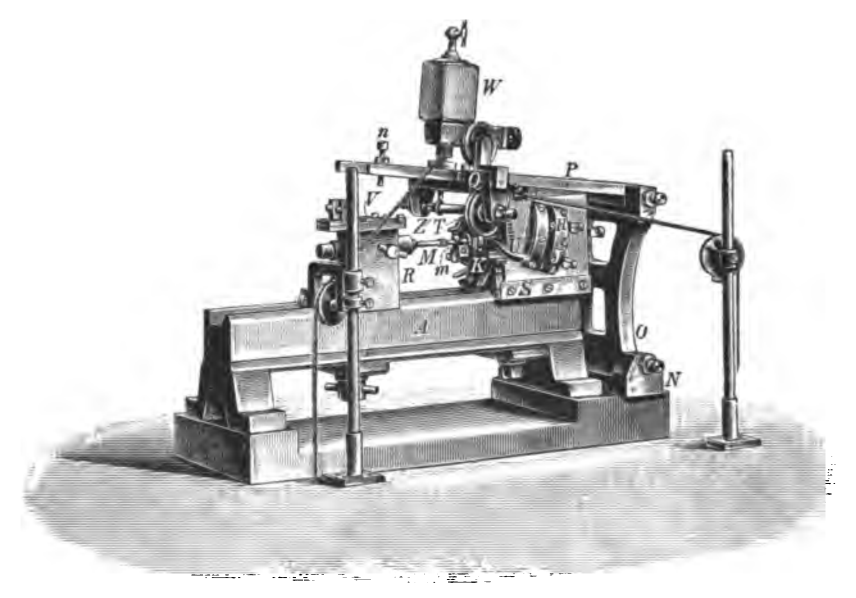


Fig. 4.

Theilung des Triebes; zu dem Zwecke ist die Theilscheibe mit nach geeigneten Theilungen angeordneten Einschnitten versehen, in welche eine Nase eingreift, die an dem Winkelstück *K* in ersichtlicher Weise federnd angebracht ist; durch diese Nase wird die Theilscheibe, die innere Axe und das damit verbundene zu fräsende Trieb in einer der Theilung entsprechenden Stellung festgehalten. Das Trieb *M* wird mit seiner Spitze in dem Hohlkern der inneren Axe einerseits und in einem gleichen Hohlkern des auf den Wangen verstellbaren Reitstockes *R* andererseits festgehalten und durch einen Mitnehmer *m* mit dem Theilkreise und der inneren Axe verbunden, so dass es an ihrer Bewegung theilnehmen muss. Die Pinole des Reitstockes ist ebenfalls verstell- und festklemmbar; das Trieb kann daher leicht ohne Spielraum und ohne Zwang eingespannt werden.

In der Figur rechts neben dem Drehbankbett ist mit der metallenen Grundplatte ein Lagerbock *N* verbunden; er trägt zwischen Spitzenschrauben drehbar das Zwischenstück *O*, welches seinerseits wieder in gleicher Weise gelenkartig mit dem Träger *P* verbunden ist, der demgemäss eine pendelnde Be-

wegung ausführen kann; er ruht bei der Arbeit des Fräsens mit der Schraube *n* auf dem weiter unten zu beschreibenden keilförmigen, auf der Oberfläche des Reitstockes *R* angebrachten Schlitten *V*, ist aber der Uebersichtlichkeit wegen in der Figur aus seiner Arbeitsstellung emporgehoben. An dem Träger *P* ist die Lagerung für die Fräsespindel in der Form eines zum Durchlassen der Betriebsschnurscheibe gekröpften Doppelwinkels *Q* angeschraubt, der noch eine zweite Uebertragungsrolle an einem aufgesetzten Lager trägt. Die Fräsespindel läuft zwischen Spitzen und trägt die Profilfräse *Z*, über der, in den Träger *P* eingeschraubt, ein Gefäss *W* zur Aufnahme der Kühlflüssigkeit sitzt. Auf das Holzuntergestell aufgesetzte Säulen mit daran verstellbaren Spannrollen vermitteln die Schnur- und Bewegungsübertragung.

Der Vorgang beim Fräsen ist nunmehr folgender: Der vorgedrehte Triebkörper wird zwischen die Hohlkerne eingespannt und der Träger *P* heruntergelassen, bis die Schraube *n* auf der Oberfläche des Reitstockes steht. Der Arbeiter bewegt nunmehr den mit der äusseren Axe, wie oben beschrieben, in Verbindung stehenden Handgriff *U* nach oben, und dreht somit die beiden durch federnde Nase gekuppelten Axen; gleichzeitig damit wird auch der Arm *H* gedreht, welcher durch die Vorrichtung *J* hindurch aus dem Spindelkasten hervorragt. Diese Vorrichtung nun besteht aus einem seitlich am Spindelkasten angebrachten Schieber *S*, auf welchen zwei kreisförmig gebogene harte Stahlschienen derart geschraubt sind, dass die Innenkanten einen zur Bewegungsrichtung des Schieberschlittens schrägstehenden Schlitz bilden, der so breit ist, dass er den oben bereits erwähnten, mit der äusseren Axe in Verbindung stehenden Arm *H* grade durchlässt. Wird also der Handgriff *U* nach oben bewegt und damit gleichzeitig auch *H* gedreht, so führt der Schieberschlitten *S* eine seitliche Bewegung aus; er steht durch einen Mitnehmer mit dem Träger *P* in Verbindung und zwingt diesen, an der Bewegung theilzunehmen; dadurch wird bewirkt, dass die rotirende Fräse *Z*, welche zugleich mit dem Träger *P* eine Vorwärtsbewegung ausführt, auf dem durch Aufheben des Armes *U* sich drehenden Triebkörper *M* eine spiralförmig gewundene Zahnlücke erzeugt, die durch mehrmaliges Nachfräsen die vorgeschriebene Tiefe erhält. Zur Tiefenstellung ist auf der Oberfläche des Reitstockes *R* ein in Schwalbenschwanzführung verschiebbarer Keil *V* angebracht, der nach jedem Durchfräsen der Zahnlücke um ein gewisses Stück, die Spahnstärke, zurückgezogen wird. Zur Einfräsung der folgenden Zahnlücke wird nun der Träger *P* wieder emporgehoben, die auf einer starken Feder sitzende Nase, welche beide Axen mit einander verkuppelt, ausgelöst, die innere Axe mit der Theilscheibe und dem Triebkörper so lange gedreht, bis die an dem Winkel *K* sitzende Nase in den zugehörigen Einschnitt der Theilscheibe einschnappt, der Hebel *U* wieder nach unten bewegt, wodurch die Fräse in ihre Anfangsstellung gelangt, und nun nach Verkuppelung beider Axen durch die mehrfach erwähnte federnde Nase derselbe Vorgang wiederholt wie bei der Einfräsung der ersten Zahnlücke.

Nach Fertigstellung der Triebe durch Fräsen werden sie einer Politur mittels Schmirgel und Polirroth unterworfen, die ihnen das bekannte glänzende Aeussere giebt, welches man an den Zeiss'schen Trieben zu sehen gewohnt ist.

Die entsprechende Maschine zur Herstellung der schrägzähnigen Zahnstangen ist der eben beschriebenen sehr ähnlich, indessen weit einfacher, weil die zweifache Drehung wegfällt, die zur Einstellung des Triebes und zur Erzeugung der Spiralgänge an der ersten Maschine nothwendig ist. Das ebenfalls kräftig gehaltene

Bett A' ist direkt auf das hölzerne Arbeitsgestell geschraubt; der Spindelkasten fällt hier gänzlich fort, weil Drehungen des zu bearbeitenden Stückes nicht nöthig sind; in der Figur 5 an der linken Seite — die Maschine ist von der entgegengesetzten Seite wie Figur 4 dargestellt — ist ebenfalls in dem Lagerbock N' drehbar das Zwischenstück O' und an dieses gelenkig zwischen Spitzenschrauben angesetzt der Träger P', der wiederum an seinem vordersten Ende in einem gekröpften Doppelwinkel Q' die Fräsespindel mit der Fräse Z' und die Schnurrollen trägt. Die Schraube n' ruht während der Arbeit auf dem Reitstock R', der ähnlich demjenigen R in Figur 4 angeordnet ist, wie aus den Figuren auch ohne Weiteres hervorgeht. Die Bewegung des Zwischenstückes O' und damit des Trägers P' wird durch zwei Stellschrauben n_2 und n_3 begrenzt, die in den am Lagerbock N' angebrachten Anschlägen N_2 und N_3 sitzen.

An der Stelle der Spindel wird bei dieser Maschine ein horizontal drehbarer und während der Arbeit schräg zur Verschiebungsrichtung des Bettes sitzender Supportschlitten S' benutzt, auf welchen die zu fräsenden Zahnstangen aufzuklemmen sind. Dafür ist auf der Oberfläche des Supports eine Leiste l festgeschraubt,

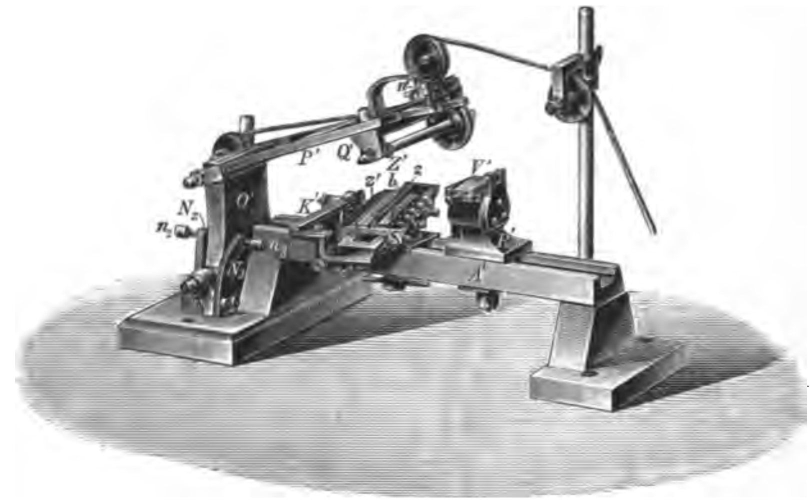


Fig. 5.

gegen welche der Zahnstangenkörper gelegt wird; in einer zweiten Leiste l' befinden sich fünf Druckschrauben, mittels deren der Zahnstangenkörper gegen l geklemmt werden kann. An der linken Seite des Supportschlittens ist eine Originalzahnstange z' befestigt, in welche eine mit kräftiger Feder wirkende Nase eingreift, die durch den Hebel K' ausgelöst werden kann. Das Gestell für diese Einrichtung ist am Bett angeklemmt. Nach Durchfräsen einer Zahnlücke, was in ganz analoger Weise geschieht wie bei der Triebfräsemaschine, wird die eben genannte Nase ausgelöst, der Support mit der Hand verstellt, worauf man die Nase in die nächste Lücke einschnappen und den Schlitten dadurch in die gehörige Lage einstellen lässt; die Feder muss aus diesem Grunde sehr kräftig sein. Ständer mit Schnur- und Spannrollen leiten die Bewegung von dem unter dem Gestell befindlichen Betriebsrade zur Fräsespindel.

Der überaus einfache Vorgang beim Arbeiten mit dieser Maschine gab Veranlassung zur Konstruktion einer automatisch arbeitenden Zahnstangenfräsemaschine, deren Besprechung dem Verfasser für eine spätere Gelegenheit zugesagt ist.

b) Die Erzeugung von Kegelrädern.

Zwischen der Erzeugung der Kegelräder und der Stirnräder besteht derselbe Unterschied wie zwischen der Erzeugung ihrer Grundkörper, der Kegel und Zylinder. Für diese ist Bedingung, dass Umdrehungsaxe des zu einem Kegel umzuformenden Stückes und Verschiebungsrichtung des erzeugenden Werkzeuges in einer Ebene liegen, und die Verschiebung des Werkzeuges eine in dieser Ebene geradlinige und zur Axe unter dem Kegelwinkel geneigte sei. Dementsprechend ist für die Erzeugung der Kegelräder Bedingung, dass der Weg der erzeugenden Fräse in derselben Ebene mit der Axe des Radkegels liege und diese in der Spitze des Kegels treffe. Zur Verwirklichung dieser zweiten Bedingung — die erste muss wie auch bei Herstellung der Stirnräder in der Maschine selbst erfüllt sein — ist an den meisten Fräseeinrichtungen (vergl. z. B. diejenigen von Sponholz & Wrede, *diese Zeitschrift 1892. S. 237 und S. 410*) die Möglichkeit vorgesehen, den Fräsesupport um eine zur Axe des Radkörpers rechtwinklige Axe zu neigen. In der entsprechenden Winkelstellung zur Radaxe wird dann die Zahnfräse mittels des Supportschlittens über den Radkörper geführt und erzeugt auf ihm eine prismatische Zahnlücke. Zwischen dieser und der nächsten Lücke bleibt demnach ein Zahn stehen, welcher den Zahnlücken durchaus nicht entspricht; während diese nämlich eine prismatische Form haben, spitzt sich der Zahn (in entgegengesetzte Richtung natürlich) stark pyramidenförmig zu, ein Unterschied, welcher der Definition der Kegelräder keineswegs entspricht. Der hierdurch entstehende Fehler wird besonders bei geringer Zähnezahl bezogen auf den Durchmesser des Theilkreises, — als welcher bei den Kegelrädern der Umfang der Grundfläche des Kegels angesehen wird, — sehr beträchtlich, so dass gewöhnlich vorgeschlagen wird, Kegelräder nur mit grösseren Zähnezahlen anzuwenden. Um nun für die Zähne und Zahnlücken die gleichen, der Theorie entsprechenden Profile zu erhalten, hat Bamberg vor längerer Zeit einen Fräseapparat konstruirt, welchem ein ähnliches Prinzip zu Grunde liegt wie den bereits besprochenen Fräseeinrichtungen von Bamberg und Petermann. Der Apparat soll im Nachfolgenden abgebildet und erläutert werden; zur besseren Uebersicht ist er in der Figur schräg gestellt, um Einsicht in seine Anordnung zu gestatten.

Auf einem Grundbrett *a* (Fig. 6 a. f. S.) stehen vier Säulen *b*, die ein zweites hufeisenförmiges Brett *a'* tragen, an welchem alle übrigen Theile angebracht sind mit Ausnahme des Trägers *c* und der Profilschablone *c'*. Ein Haupttheil des Apparates ist die Axe *d*; sie ist in einem an der Unterseite der Platte *a'* mit Stellschrauben sicherzustellenden Lagerbock *e* drehbar und trägt am unteren Ende den durch eine Mutter festzuziehenden Radkörper *r*; etwa in der Mitte der Axe sitzt die Theilscheibe *t*, die durch den am Gestell befestigten Index *t'* festgestellt werden kann. Festgehalten wird die Axe in jeder beliebigen Lage durch das feststellbare Gestänge *k*, welches gelenkig und verschiebbar gleichzeitig mit der Axe und dem Gestell verbunden ist. Mit diesen Hilfseinrichtungen können also die Axe und der Radkörper in jede beliebige Neigung gebracht werden.

Der zweite Haupttheil ist die in der Oeffnung des hufeisenförmigen oberen Brettes liegende eigentliche Fräsevorrichtung. Sie sitzt an dem Bügel *f* und ist zusammen mit diesem drehbar um zwei Spitzenschrauben, die in am Gestell befestigten Stücken ihre Lager haben. In den Bügel *f* sind die Führungsstangen *f'* eingeschraubt; diese tragen den auf ihnen verschiebbaren Fräseschlitten und einen Ueberwurf *h*, in welchem die nach links durchragende Leitstange *h'* verschiebbar

gehalten wird; an ihrem rechten Ende ist die bekannte Stufenscheibe o angeordnet, die auf der Schablone c' des Ständers c gleitet. Die Zahnfräse Z_1 ist an einem ebenfalls auf den Führungsstangen f' verschiebbaren Schlitten p drehbar und wird durch eine von der Deckentransmission kommende Schnur durch Zahnradübertragung in Bewegung gesetzt. Die Axe, auf welcher die Schnurscheibe und das grössere Zahnrad sitzt, hat ein Gewinde und greift mit diesem in ein Schraubenrad ein, an welchem exzentrisch ein kleiner Hebel i drehbar befestigt ist, der zu einem an die Führungsstangen f' angeklemmten zweiten Ueberwurfe q geht und dort drehbar festgelegt ist. Beim Betriebe der Schnurscheibe und des Zahnräder-

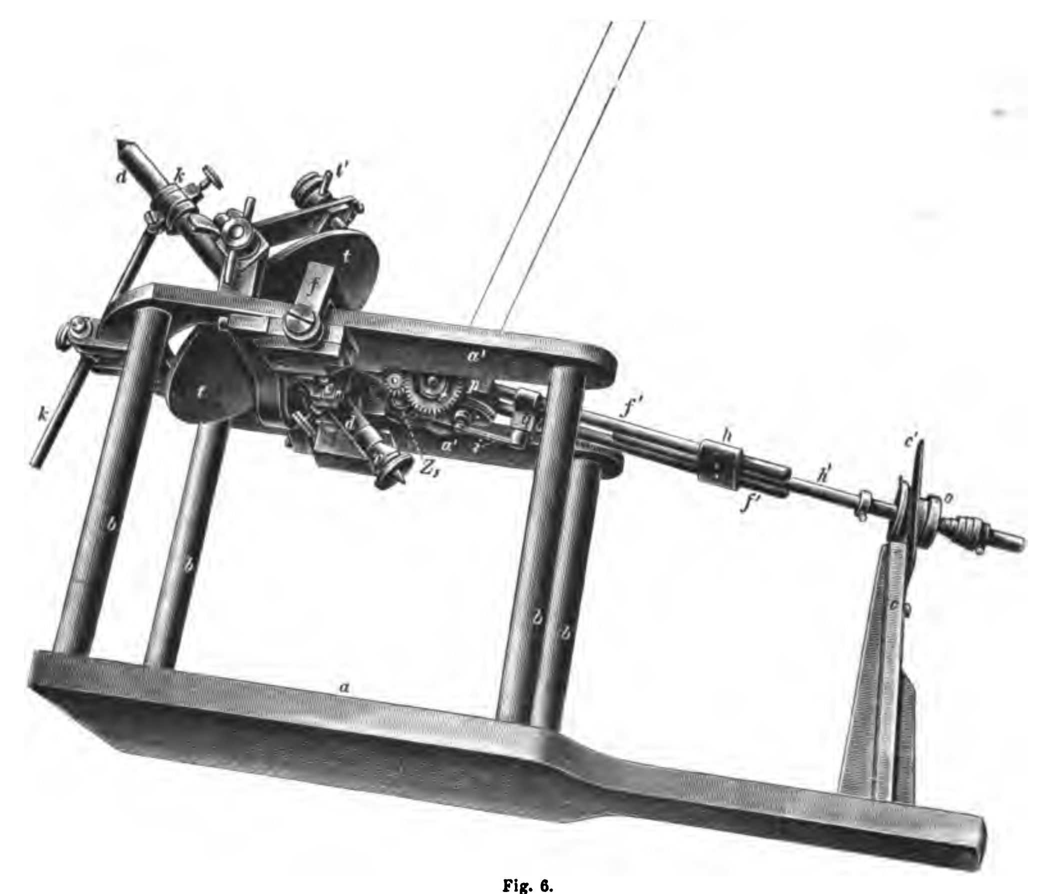


Fig. 6.

paares wird danach die Fräse Z_1 in Bewegung gesetzt und gleichzeitig eine hin- und hergehende Bewegung des Schlittens bewirkt, deren Grösse von dem Betrage der Exzentrizität der Befestigung des Hebels i auf dem Schraubenrad abhängt.

Die Benutzung des Apparates erfolgt in ganz ähnlicher Weise wie bei der Fräsevorrichtung für Zahnräderfräsen. Der Axe d wird die Neigung des dem zu erzeugenden Kegelrade zugehörigen Winkels gegeben; die Schablone c' am Ständer c wird soweit verschoben, dass bei der höchsten Stellung des Stufenrades o auf der Schablone die Fräse gerade zur Berührung mit dem Radkörper gelangt, und nun, nachdem die Fräse in Bewegung gesetzt ist, das Stufenrad o um die Profilschablone herumgeführt wird; dabei führt die Fräse Z_1 dieselbe Bewegung in verkleinertem Maassstabe aus und bearbeitet gleichzeitig, durch die beschriebene Exzentervorrichtung hin- und herbewegt, die ganze Länge des Zahnes dem Profile

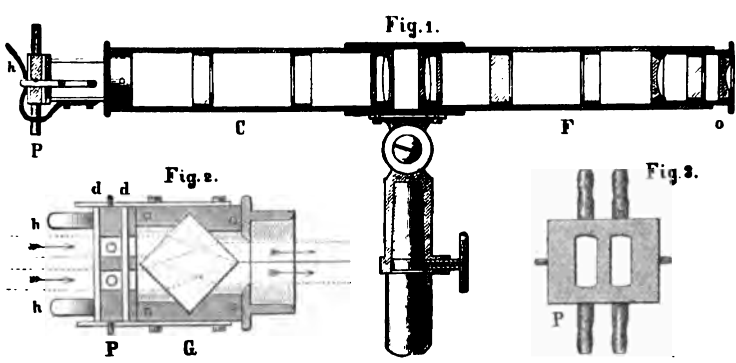
gemäss. Daraus erhellt auch, dass die Fräse nicht die Form und Grösse der zu fräsenden Zahnlücke haben darf, vielmehr kleiner sein muss, weil gewissermaassen jede einzelne Linie der Zahnlücke oder, was hier dasselbe ist, der beiden benachbarten Zähne entsprechend dem zugehörigen Punkte an der Profilschablone gefräst werden muss; alle Linien werden demnach in den Mänteln konaxialer Kegel liegen, sobald die Verbindungslinie des Auflagepunktes der Stufenscheibe o auf der Profilschablone mit dem zum Schnitt kommenden Punkte der Schneidekante der Fräse Z_1 durch die Spitze des verlängerten Grundkegels des zu schneidenden Rades geht; diese Spitze liegt hier in dem Schnittpunkt der Axe von d mit der Axe in e und f, deren Zusammenfallen somit ein weiteres Erforderniss ist. Diese Bedingungen, die kaum leichter zu erfüllen sein dürften als die Konstruktionsbedingungen für irgend ein astronomisches Instrument, scheinen an dem besprochenen Apparat vollkommen eingehalten zu sein; daraus und aus der Erfahrung des Herrn Petermann in Petersburg über die Gebrauchsfähigkeit des ganz ähnlichem Prinzip folgenden Fräsenfräseapparates lässt sich schliessen, dass auch die zur Zeit noch wenig bekannte Bamberg'sche Kegelräderfräsevorrichtung sich in der Präzisionstechnik gut bewähren wird.

F. Hoppe-Seyler's kolorimetrische Doppelpipette.

Ausgeführt vom Universitätsmechaniker E. Albrecht in Tübingen.

Der zur Bestimmung der Farbe des Bluts und anderer Flüssigkeiten dienende Apparat ist in Fig. 1 in 1/4 der wirklichen Grösse abgebildet; die Fig. 2 und 3 entsprechen der halben wirklichen Grösse.

Das Fernrohr F und das Kollimatorrohr C sind in einer Messinghülse so verschraubt, dass sie ein gerades Rohr darstellen; dieses Rohr ist auf einem starken gusseisernen Dreifuss montirt und um eine horizontale und um eine vertikale Axe drehbar.



Am Kollimatorrohr C ist in einem geschwärzten Messinggehäuse ein auf vier Seiten geschliffener Flintglaswürfel G (Fig. 2) so befestigt, dass zwei diagonal gegenüberliegende Kanten desselben in der optischen Axe des Fernrohrs stehen, und dass die dem Fernrohr zugekehrte Kante zugleich in der Brennweite der Kollimatorlinse liegt.

Die Doppelpipette P ist aus einem rechteckigen, 5 *mm* dicken, genau eben geschliffenen Messingstück hergestellt. Die eingebohrten Kammern sind durch einen 3,5 *mm* breiten Steg von einander getrennt; in jede dieser Kammern münden zwei Schlauchansätze (Fig. 3). Das Gehäuse des Flintglaswürfels G ist nach vorn mit einem genau eben geschliffenen Flantsch abgeschlossen, in welchem sich zwei den Kammern der Doppelpipette entsprechende Oeffnungen befinden. Vor diesem

Flantsch wird die mit zwei planparallelen Gläsern *d d* (Fig. 2) bedeckte Pipette mit den beiden Federn *h h* angeklemmt und zugleich durch die am Würfelgehäuse angeschraubten messingenen Lamellen derart fixirt, dass sich die Kammern der Doppelpipette und die Oeffnungen in dem Flantsch genau decken. Das Licht, welches durch die beiden 3,5 *mm* von einander getrennten Kammern der Pipette in den Apparat einfällt, wird von dem Glaswürfel *G*, wie aus Fig. 2 ersichtlich, so gebrochen, dass die Kante des Glaswürfels die Grenze der beiden Kammern bildet.

Das Okular *o* des Fernrohres *F* ist mit einer Blendung von quadratischer Oeffnung abgeblendet; wird nun das Fernrohr scharf auf die Kante des Glaswürfels *G* eingestellt, so erscheint das Quadrat der Okularblendung durch eine feine Linie in zwei oblonge Hälften getheilt. Das Fernrohr kehrt die vom Glaswürfel gewendeten Bilder der Pipettenkammern wieder um und es entspricht nun die rechte Hälfte des Okularquadrats dem Licht, welches durch die rechte, und die linke Hälfte dem Licht, welches durch die linke Kammer der Pipette eingefallen ist.

Die beiden Hälften des Okularquadrats stossen, wie schon oben bemerkt, scharf zusammen; es ist deshalb eine ganz ausserordentlich genaue Vergleichung der Intensität des Lichts möglich, welches durch die beiden mit Blut oder anderen Lösungen angesaugten Kammern der Doppelpipette eingedrungen ist.

Nach Gebrauch der Pipette kann sie leicht vom Apparat entfernt, zerlegt und gereinigt werden. Nach der Reinigung soll sie wieder vor den Apparat geklemmt werden, damit der Glaswürfel vor Staub geschützt ist.

Ueber den Gebrauch des Apparates vgl. Prof. Hoppe-Seyler's Mittheilung in der *Zeitschrift für physiologische Chemie.* ***16.*** *S. 510*, sowie dessen *Handbuch der physiologischen chemischen Analyse, 6. Aufl.* und die demnächst in der *Zeitschrift für physiologische Chemie* erscheinende eingehende Beschreibnng der Verwendung dieses Kolorimeters zur Farbenmessung des Blutes und anderer Flüssigkeiten.

Nachtrag zu meinem Aufsatz: „Ueber ein neues abgekürztes Fernrohr“.

Von
Dr. R. Steinheil in München.

Herr Prof. Schur, Direktor der Sternwarte in Göttingen, hatte die Liebenswürdigkeit, mich auf einen Aufsatz des englischen Optikers Dollond im Jahrgang 1834 der *Philosophical Transactions* aufmerksam zu machen, in welchem ein von diesem Optiker konstruirtes abgekürztes Fernrohr beschrieben ist. Zugleich theilt mir Herr Schur mit, dass ausser für Herrn Dawes in London nach dieser Konstruktion auch zwei Exemplare für die Sternwarte in Göttingen angefertigt wurden. Ich spreche Herrn Direktor Schur für seine Liebenswürdigkeit meinen innigsten Dank aus. Mir war der erwähnte Aufsatz aus dem Grunde entgangen, weil in der von mir zitirten Abhandlung des Herrn Jadanza seiner keine Erwähnung geschah. Die von mir beschriebene Konstruktion unterscheidet sich von der Dollond'schen dadurch, dass die Negativlinse mit dem Objektiv zusammen ein Ganzes bildet, Objektiv und Negativlinse allein dagegen mit Fehlern behaftet sind, welche sich gegenseitig ausgleichen, während Dollond die Negativlinse für

sich allein korrigirt hat. Die letztere Art der Konstruktion scheint mir aber, wie ich schon in meinem Aufsatz im *vorigen Hefte dieser Zeitschrift* erwähnte, für das Zustandekommen eines möglichst guten Bildes nicht günstig. Dass das Dollond'sche Fernrohr für Herrn Dawes trotzdem günstige Resultate ergab, mag seinen Grund darin haben, dass die Negativlinse die Brennweite des Objektivs nur verdoppelt und dass die nothwendigerweise auftretenden Fehler bei dieser schwachen Vergrösserung noch nicht zur Geltung kommen. Angaben, welche mir gestattet hätten, das Bild des Dollond'schen abgekürzten Fernrohrs rechnerisch zu studiren, finden sich leider in dem dasselbe beschreibenden Aufsatz nicht, wie auch über die ursprüngliche Leistung[1]) der für die Sternwarte in Göttingen angefertigten Exemplare nichts bekannt ist.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber einige Versuche betreffend die Widerstandsfähigkeit des Aluminiums gegen Wasser.

(Mittheilung aus der II. Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt nach einem amtlichen Bericht des Herrn F. Göpel.)

Ueber die Widerstandsfähigkeit des Aluminiums gegen Wasser sind seitens der Reichsanstalt seit Anfang April 1892 einige Versuche angestellt worden. Die nächste Veranlassung dazu war folgende: Die Reichsanstalt hatte den Auftrag, den Ausdehnungskoëffizienten des Aluminiums zu bestimmen und bei diesen Messungen[2]) mussten die dazu verwendeten Aluminiumrohre längere Zeit mit Wasser verschiedener Temperatur in Berührung bleiben. Hierbei zeigten sich schon nach kurzer Einwirkung des Wassers auf dem Material Wucherungen und Ausschwitzungen von weisser Farbe, welche stark zerfressene Stellen auf den Rohren zurückliessen. Diese Thatsache veranlasste eine genauere Untersuchung der beobachteten Vorgänge. Zu den Versuchen diente dasselbe Rohr, welches zu den vorerwähnten Messungen benutzt wurde. Es war nach dem Mannesmann'schen Verfahren gewalzt und zeigte bei der Analyse im chemischen Laboratorium der Reichsanstalt an Verunreinigungen:

0,58 % Silicium,
0,32 % Eisen,
Spur Blei und Kupfer,

während von Neuhausen bezogenes „Reines Aluminium“ in Masseln an fremden Bestandtheilen enthielt:

0,57 % Silicium,
0,23 % Eisen,
Spur Blei.

Für die Versuche selbst wurden einige Stücke des Rohres in das Freie gehängt und es wurde Sorge getragen, dass die Proben in keiner Weise mit anderen Metallen in Berührung kommen konnten. Ferner wurde ein Stück Aluminiumrohr von 88 *qcm* Oberfläche gut gereinigt und gewogen. Das 12,8349 *g* wiegende Probestück wurde darauf in 50 *ccm* Charlottenburger Leitungswasser von 50° eingelegt und der Abkühlung überlassen. Es bildeten sich auf dem Rohre sofort zahlreiche Luftblasen, welche am anderen Morgen theils verschwunden, theils durch Wasserstoffblasen ersetzt waren, welche die weissen

---

[1]) Jetzt fehlen bei denselben die Negativlinsen.

[2]) Ueber die Resultate wird demnächst berichtet werden.

Wucherungen auf der Rohroberfläche begleiteten. Nach 22stündiger Einwirkung des Wassers wurde das Versuchsrohr durch Abspülen sorgfältig gereinigt und nach Trocknen auf einem Sandbade sein Gewicht zu 12,8315 *g* gefunden; das Rohr hatte also einen Gewichtsverlust von 3,4 *mg* erlitten. Der Versuch wurde hierauf mit demselben Rohre unter gleichen Umständen wiederholt, diesmal aber die Einwirkungsdauer des Wassers auf 140 Stunden verlängert. Nach 48stündigem Trocknen des Rohres bei Zimmertemperatur ergab sich eine Gewichtszunahme um 13 *mg*. Eine nach zwei Tagen vorgenommene Kontrolwägung bestätigte die Gewichtszunahme in demselben Umfange. Erneutes 100stündiges Einlegen des Rohres in kaltes Wasser hatte neue Wucherungen zur Folge und erhöhte das Gewicht abermals um 1 *mg*. Im Ganzen war das Probestück etwa 260 Stunden dem Wasser ausgesetzt und hatte dabei seine glatte, gut polirte Oberfläche vollkommen eingebüsst; dieselbe zeigte sich vielmehr vollkommen zerfressen und so rauh, dass beim Reinigen des Rohres mit Leinwand Fasern abgerieben wurden und an der Oberfläche haften blieben.

Mit dem Herausnehmen des Proberohres aus dem Wasser erscheint indessen die Korrosion noch nicht beendet, wie aus nachfolgenden Wägungen hervorgeht, zwischen denen das Rohr nicht wieder mit Wasser in Berührung gekommen ist.

Wägung am	ergab als Gewicht
1892 Mai 5.	12,8456 *g*
Juli 17.	12,8463 „
Sept. 7.	12,8470 „

Diese Zahlen sind indess zu niedrig und verdienen aus folgendem Grunde noch mehr Beachtung. Im Laufe der Zeit zeigten sich auch beim Lagern in Zimmerluft an den einmal angefressenen Stellen neue kleine Wucherungen, welche bei Erschütterungen des Rohres abbröckeln und das Resultat der Wägungen somit nicht mit beeinflussen.

Bessere Erfahrungen, allerdings nur nach dem äusseren Befund, wurden mit den anderen Proberohren gemacht, welche sich seit dem 12. April d. J., allen Witterungseinflüssen ausgesetzt, im Freien befinden; sie zeigten nach 7 Monaten noch keine sichtlichen Beschädigungen.

Eine zweite Reihe von Versuchen wurde Mitte August d. J. vorgenommen. Es handelte sich darum, zu untersuchen, ob gegen die Verwendung des Aluminiums zu Flüssigkeitsmaassen ernste Bedenken vorlägen. Ebenso wurde Messing analogen Versuchen wie das Aluminium unterworfen, um das Verhalten der beiden Materialien mit einander vergleichen zu können. Man war bis dahin geneigt, den dem Aluminium durch die Bearbeitung mechanisch beigemengten Eisentheilchen die Veranlassung der Korrosionen zuzuschreiben, da ja beim Kontakt beider Metalle leicht elektrische Vorgänge auftreten konnten. Deshalb diente diesmal als Versuchsmaterial nicht Mannesmannrohr, sondern käufliches Aluminiumblech, dessen Arbeitsgang nicht in dem Maasse wie beim Rohr befürchten lässt, dass Eisentheilchen mechanisch eingesprengt worden seien. Das Blech zeigte bei der Analyse im chemischen Laboratorium einen um weniges höheren Prozentsatz an Verunreinigungen als die beiden anderen Sorten, nämlich

Silicium	0,72 %
Eisen	0,53 %
Kupfer	0,15 %

Ebenso wurde das Messing in Form von Blechen untersucht und zwar als hartes und weiches Blech. Die Versuchsstücke hatten sämmtlich die Grösse 80 : 40 : 1 *mm* und waren auf beiden Seiten mit feinem Schmirgelpapier gekräuselt.

Anordnung und Ergebnisse der Versuche sind ohne Weiteres aus Tabelle I zu ersehen.

Auffällig war, dass die Korrosion der Aluminiumbleche nicht auf beiden Seiten gleich stark erfolgt war. Der Grund konnte in der Herstellungsweise der Bleche,

Tabelle I.

Einwirkungsdauer 120 Stunden auf 64 *qcm* Oberfläche.

Material	Bezeichnung	Herkunft des Wassers	Wassertemperatur beim Einlegen	Gewicht in *g* am 16. August	Gewicht in *g* am 21. August	Gewichtsänderung in *mg*	Bemerkungen.
Aluminiumblech	1	destillirt	18°	8,1845	8,1817	— 2,8	Einseitig mattgrau gefärbt.
	2	Charl. Leitung	18	8,1937	8,1960	+ 2,3	Mattirt und angefressen.
	3	„	50	8,2854	8,3026	+ 17,2	„
Messingblech, hart	1 *H*	destillirt	18	27,1705	27,1688	— 1,7	Die Messingbleche sind etwas dunkler geworden, aber sonst unverändert.
	2 *H*	Charl. Leitung	18	27,2925	27,2915	— 1,0	
	3 *H*	„	50	27,8884	27,8879	— 0,5	
Messingblech, weich	1 *W*	destillirt	18	27,8653	27,8654	+ 0,1	
	2 *W*	Charl. Leitung	18	27,8694	27,8699	+ 0,5	
	3 *W*	„	50	27,8693	27,8691	— 0,2	

vielleicht auch in verschieden starker Belichtung der Flächen liegen. Um zwischen beiden Gründen, deren letzter allerdings von vornherein wenig Wahrscheinlichkeit hatte, zu entscheiden, wurde eine zweite Versuchsreihe vorgenommen unter fast gleicher Anordnung, nur dass blos ein Theil der Probebleche dem Tageslicht ausgesetzt wurde. Dabei fand sich auch Gelegenheit, noch zu untersuchen, ob die Zusammensetzung des Leitungswassers von besonderer Bedeutung ist.

Tabelle II.

Einwirkungsdauer 120 Stunden auf 64 *qcm* Oberfläche.

Material	Bezeichnung	Herkunft des Wassers	Wassertemperatur beim Einlegen	Gewicht in *g* am 29. August	Gewicht in *g* am 5. Sept.	Gewichtsänderung in *mg*	Beleuchtung	Bemerkungen.
Aluminiumblech	4	Charl. Leitung	18°	8,4080	8,4116	+ 3,6	hell	Stark korrodirt.
	5	„	18	8,5583	8,5620	+ 3,7	hell	
	6	„	18	8,5222	8,5264	+ 4,2	dunkel	
	7	Berl. Leitung	18	8,5575	8,5562	— 1,3	hell	Hellbraun angelaufen und korrodirt.
	8	destillirt	18	8,5442	8,5437	— 0,5	hell	An sehr vielen Stellen punktweise korrodirt.
	9	„	18	8,4204	8,4193	— 1,1	dunkel	

Tabelle II zeigt 1., dass die verschiedene Belichtung keinen Einfluss auf die Wucherungen hat und 2., dass der Einfluss des Berliner Leitungswassers qualitativ wenig verschieden ist von dem des Charlottenburger Wassers.

Die Brochüre: „Die Anlagen der Aluminium-Industrie-Aktiengesellschaft, ihre Produkte u. s. w.“ schreibt die Wucherungen galvanischen Vorgängen zwischen Aluminium und „anderen Metallen“ zu. Diese Metalle könnten nach den vorliegenden Analysen des Versuchsmaterials nur Eisen (oder Silizium) sein. Um ein möglichst eisenfreies Versuchsstück zu erhalten, bei dem namentlich nicht von Eisentheilchen die Rede sein konnte, welche durch die Bearbeitung beigemengt waren, wurde aus Reinaluminium in Sandform ein Zylinder gegossen und ohne jede Benutzung von Stahlwerkzeugen, nur

durch Schmirgelbearbeitung fertig gestellt. Das sauber polirte Probestück wurde dann 120 Stunden in kaltes Charlottenburger Leitungswasser eingehängt. Die Korrosion war nur wenig geringer wie bei den anderen Versuchsstücken, also das Eisen wohl nicht die Veranlassung der Ausscheidungen. Dafür spricht noch eine zweite Thatsache. Brachte man Aluminium und Eisen in enger Berührung mit Wasser zusammen, so wurden die Wucherungen rostbraun gefärbt. Hier und da fanden sich auch auf den Versuchsblechen vereinzelte braune Wucherungen, die also wohl ihre Färbung durch Eisen erhalten haben. Die weissen Abscheidungen wurden im Laboratorium einer ungefähren Analyse unterworfen und zeigten eine Zusammensetzung von 80% Thonerde und 20% Kieselsäure.

Die angezogene Brochüre erwähnt auch das Zunehmen des Gewichtes von Aluminiumblechen, welche mit Wasser behandelt worden sind, ohne näheres Eingehen darauf. Diese Zunahme beweist indess, dass sich die Korrosion bald nach innen weiter verbreitet, und diese Thatsache ist besonders bedenklich, weil sie sich der äusseren Wahrnehmung entzieht.

Der Umstand, dass die Gewichtszunahme besonders stark beim Einlegen in heisses Wasser erfolgt, steht in engem Zusammenhang mit der beobachteten Bildung zahlreicher Luftblasen auf den Versuchsstücken. Durch die Wärme wird aus den feinen Hohlräumen und Poren des Metalls die Luft herausgetrieben und beim Erkalten durch Wasser ersetzt, welches alsdann wie an der Oberfläche korrodirend wirkt. Das lange Trocknen bietet dabei genug Sicherheit, dass die Zunahme nicht mehr durch das Wasser hervorgerufen wird, sondern durch innere Wucherungen.

Als Thatsachen haben sich hiernach ergeben:

Aluminium wird von Wasser verschiedener Zusammensetzung angegriffen; am stärksten von warmem Leitungswasser, am schwächsten von kaltem destillirten Wasser. Die Korrosion verbreitet sich auch in das Innere des Metalles. Gegen Witterungseinflüsse scheint es widerstandsfähiger zu sein.

Messing bewährte sich in allen Fällen ungleich besser als Aluminium.

Den bei den vorliegenden Untersuchungen gewonnenen Wägungsresultaten ist nur eine Bedeutung in qualitativem Sinne beizulegen, die lediglich die „Bemerkungen" der Tabellen bestätigt, nicht aber ihrer Grösse nach zum Ausdruck bringt. Das Verhältniss der Oberflächenoxydation, deren Produkte jedesmal beim Reinigen entfernt werden mussten, zur inneren Oxydation, die bei den Gewichtszunahmen als einzige Ursache angesehen werden muss, würde sich nur durch genaue quantitative Analysen des benutzten Wassers finden lassen. Indess ergiebt die gute Uebereinstimmung der unter gleichen Umständen eingetretenen Gewichtsänderungen genügende Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Realität der Wägungsergebnisse.

Charlottenburg, November 1892.

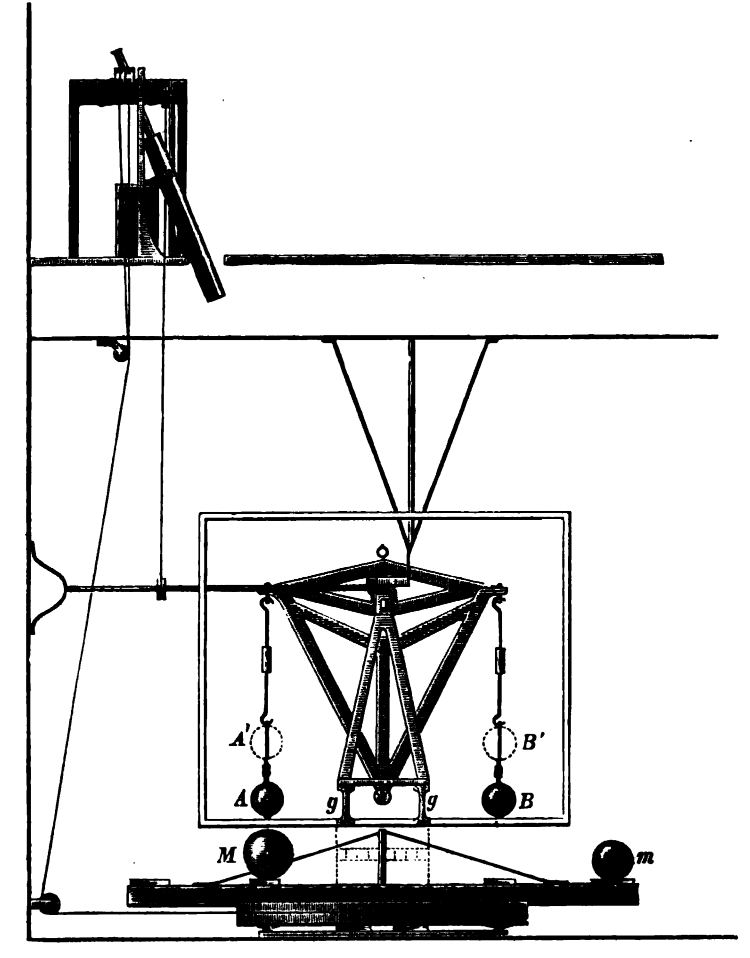
Referate.

Ueber die Bestimmung der mittleren Dichte der Erde und der Gravitationskonstante mittels der gewöhnlichen Waage.

Von J. H. Poynting. *Physik. Revue. 1. Heft 4, 5* und *6.* (*1892.*) Aus *Phil. Trans. 1891. A. S. 565.*

J. H. Poynting hatte bereits 1878 (gleichzeitig mit v. Jolly in München) experimentelle Studien zu dem Zwecke unternommen, die gewöhnliche Waage statt der Drehwaage zur Bestimmung der mittleren Erddichte zu benutzen. Wenngleich Boys zeigte, dass mit der Drehwaage eine viel grössere Genauigkeit zu erreichen sei, so ver-

vollkommnete Verf. doch Instrument und Waage weiter, weil er glaubte, dass es wichtig sei, so viele Bestimmungen als möglich, und zwar nach verschiedenen Methoden und mit verschiedenen Instrumenten ausgeführt, zu besitzen, bis alle methodischen Fehlerquellen aufgefunden sind und die Resultate übereinstimmen. Die vorliegende Arbeit enthält die Ergebnisse einer 1890 im *Mason College* in Birmingham an einem verbesserten Apparate angestellten Beobachtungsreihe. Verfasser geht, wie es immer bei derartigen Versuchen geschieht, darauf aus, die Anziehung einer gegebenen Masse M auf eine andere gegebene Masse M', deren Abstand von jener bekannt ist, zu ermitteln; die Anziehung ist nach dem Gesetze der allgemeinen Massenanziehung gleich GMM'/d^2, wenn G die Gravitationskonstante, M und M' gegebene kugelförmige Massen und d den ebenfalls bekannten Mittelpunktsabstand bedeuten. Ist G gefunden, so ergiebt sich die mittlere Erddichte: $\Delta = gR^2/GV$, worin g die Beschleunigung der Schwerkraft, R den Radius der als Kugel gedachten Erde und V deren Volumen bedeuten.



Bei seinen früheren Versuchen hatte Verfasser, ähnlich wie von Jolly, eine Masse mittels eines langen Drahtes an einem Arme des Balkens einer chemischen Waage aufgehängt und sie in der anderen Schale aequilibrirt; dann wurde eine zweite bekannte Masse unter die erstere gebracht und der Unterschied der Balkenausschläge gemessen. Im Jahre 1890 benutzte Poynting eine Waage mit längerem Balken und änderte die frühere Methode zu einer Differentialmethode um, so dass die Anziehung auf Balken und Aufhängedrähte eliminirt wurde; dadurch wurde auch der lange Aufhängedraht und die Verlängerung des Gehäuses unnöthig. Sind nämlich A und B (s. Fig.) gleiche, an den Waagebalken aufgehängte Massen, so wird die anziehende Masse M erst unter A, dann unter B gebracht und jedesmal die Balkenstellung notirt; der Unterschied beider entspricht der doppelten Anziehung, vorausgesetzt, dass die „Anziehungen über Kreuz“ (erst die von M auf B, dann die auf A) in Rechnung gebracht werden. Hierauf werden A und B um ein gleiches Stück (Lage A' und B') gehoben und die Beobachtung wiederholt; die Differenz der Gewichtszunahme in den beiden Entfernungen ist frei von der Anziehung des Balkens und der Aufhängestange. Der durch M verursachte Ausschlag wurde mit demjenigen verglichen, den zwei Zentigrammreiter hervorbrachten.

Eine Eigenthümlichkeit des Beobachtungsraumes bewirkte noch eine Komplikation

der Methode: Waren *A* und *B* von der Waage entfernt worden und wurde die Lage von *M* gewechselt, so gab die Waage einen merkbaren Ausschlag, der seiner gesetzmässigen Abweichungen wegen nicht allein durch die Anziehung auf die Waage erklärt werden konnte. Einer im Jahre 1888 ausgeführten Messungsreihe zufolge musste Poynting annehmen, dass die Neigung des Bodens sich beim Lagenwechsel von *M* um etwa $^1/_8$ Bogensekunde geändert habe; ferner konnte er eine fortschreitende Aenderung dieser Neigung konstatiren. Als Ursachen führte er an, dass, da das Gebäude vor zehn oder zwölf Jahren erst gebaut worden sei, der Boden des Beobachtungsraumes sich noch setze, wozu eine ganz in der Nähe aufgestellte Gasmaschine wesentlich beitrage. Der Uebelstand wurde gehoben durch Auflegung einer halb so grossen Masse *m* in der doppelten Entfernung von der Axe und in entgegengesetzter Richtung zur Drehaxe; der gravitirenden Wirkung von *m* wurde Rechnung getragen.

Um endlich einem etwaigen Symmetriemangel zu begegnen, wurden vor Wiederholung der ganzen Messungsreihe alle Massen umgedreht und von links nach rechts gebracht (Reihe I und II).

Der eingehenden Beschreibung des Apparates entnehmen wir Folgendes:

Das Wägungszimmer befindet sich unter dem Beobachtungsraume und liegt 20 *m* von der Strasse ab; es besitzt eine dichtschliessende Thür; in der Decke ist eine Oeffnung für die Fernrohrvisur. Der Boden besteht aus Backstein und ruht auf der Erde. Die Temperatur änderte sich nie um mehr als 0,1° C in 2 bis 3 Stunden.

Der Waagekasten, aus 3 *cm* dickem Holze gefertigt, ist 1,94 *m* hoch, 1,63 *m* breit und 0,61 *m* tief und besitzt drei grosse und eine kleine Thür; er ist aussen und innen mit Stanniol belegt; der Boden ist doppelt und der 4 *cm* hohe Zwischenraum mit Wolle ausgefüllt. Um die Waage vor Erschütterungen zu bewahren, wurden zwei vom Fussboden isolirte Pfeiler errichtet, diese durch zwei parallele eiserne Träger mit einander verbunden und auf diesen ruhte die quadratische Grundplatte der Waage mit drei Fussschrauben; zu demselben Zwecke wurde, und mit grossem Erfolge, eine Ziegelreihe der Pfeiler durch eine Schicht Kautschukplatten von 75 *mm* Höhe ersetzt.

Der Drehtisch ruht ebenfalls isolirt vom Fussboden in einem Betonlager; er besteht aus Holz und Eisen, ist mit Stanniol überzogen und wird durch ein nur aus Messing bestehendes Drahtseil ohne Ende bewegt; ein Messingseil mit Stahlseele hatte vermöge seiner Polarität den Waagebalken affizirt.

Die Waage ist eine grosse Präzisionswaage mit einem Bronzebalken und stählernen Schneiden und Lagern; die Arretirung geschah von der Aussenseite des Kastens. Obgleich der Balken oft monatelang, mit 20 *kg* belastet, in Schwingung verblieb, konnte keine Abnutzung der Schneiden wahrgenommen werden. Die Länge des Balkens ergab sich zu 1232,32 *mm* bei 0°.

Gewisse beobachtete Unregelmässigkeiten führten zur Ermittlung der Zeit, welche die Wärme braucht, um von aussen in hinreichender, die Waage beeinflussender Menge zur Waage zu gelangen. Zu diesem Zweck hatte Verfasser auf einer Seite eine Rolle Kupferdraht untergelegt und diesen Draht durch einen Strom, der 100 *Kalorien* in der Minute erzeugte, erhitzt; da nach 10 Minuten eine merkliche Störung eintrat, wurde es rathsam, die Dauer eines Versuches auf weniger als diese Zeit zu beschränken und die Dauer einer einzelnen Schwingung auf weniger als 3 Minuten. Verf. erreichte dies und zugleich eine bedeutende Vervielfältigung der Skalenbewegung durch Anwendung einer bifilaren Spiegelaufhängung nach Sir William Thomson. Dabei wird der eine der Aufhängefäden des Spiegels an einem festen, der andere an einem beweglichen Punkte (hier das Ende des Zeigers der Waage) befestigt. Dann verhält sich der Drehwinkel des Spiegels bei einer bestimmten Bewegung des beweglichen Punktes umgekehrt wie der Abstand der beiden Fäden. Das Gewicht des Spiegels verringert natürlich die Empfindlichkeit der Waage; Verfasser fand es am zweckmässigsten, den (regulirbaren) Abstand der Fäden gleich 3 bis 4 *mm* zu nehmen, während die Dauer einer einfachen

Schwingung etwa 20' betrug; dabei drehte sich der Spiegel um einen 150 mal grösseren Winkel als der Waagebalken. Ein Nachtheil dieser Vergrösserungsmethode entsteht durch Schwingungen und Schwankungen des Spiegels selbst; beide werden ausreichend gedämpft durch vier leichte Kupferflügel, die an einem dünnen Drahte vom Spiegel herabhängen und in eine zähe Flüssigkeit (mineralisches Schmieröl) tauchen.

Nahe bei diesem Spiegel befindet sich ein zweiter in geneigter Lage, der das Bild der Skale auf den beweglichen Spiegel und von diesem zurück in das Fernrohr wirft. Das isolirt vom Fussboden montirte Fernrohr hat 75 *mm* Oeffnung und 12 *m* Brennweite; im Pfeiler, welcher das Fernrohr trägt, ist wiederum eine Ziegellage durch Kautschukplatten ersetzt.

Die Skale, auf Glas photographirt, ist 127 *mm* lang und hat 500 Theilstriche, die Zehntel eines Intervalles wurden geschätzt; zur Beleuchtung diente eine Glühlampe.

Um die Empfindlichkeit des Apparates zu kennzeichnen, giebt Verfasser Folgendes an: Die Entfernung Skale-Spiegel beträgt 2,5 *m*, ein Skalentheil entspricht einer Winkelbewegung des Balkens um $^2/_{15}$ Bogensekunden; der Schwingungsbogen betrug höchstens 12 Skalentheile, also die Winkelverschiebung des Balkens höchstens 1,6 Bogensekunden; die Massen bewegten sich höchstens um 0,005 *mm*. Der grössten Abweichung des Mittelwerthes einer Beobachtungsreihe vom Mittel aus allen entsprechen ungefähr folgende Grössen: 1% des Reiterwerthes, 0,1 Skalentheil, $^1/_{75}$ Bogensekunde am Balken oder 0,00004 *mm* in der Bewegung der Massen.

Die Bestimmung des Werthes eines Skalentheiles geschah durch zwei gleich schwere Zentigrammreiter; neben der mittleren Schneide der Waage war ein 2,5 *cm* langer, dem Hauptbalken paralleler Hilfsbalken befestigt, auf dessen eines Ende der Reiter aufgesetzt wurde; statt diesen einen Reiter zu verschieben, hat Verfasser vorgezogen, nach Aufhebung des ersteren den zweiten auf das andere Ende aufzusetzen und so den doppelten Ausschlag zu messen; die Umwechselung geschah durch ein System von Hebestangen, welche anfänglich theils von dem mittleren Pfeiler der Waage, theils von dem Kasten, dann aber, als die vergrösserte optische Empfindlichkeit Unzulässigkeiten zu Tage brachte, die bei der Umwechselung entstanden, unabhängig von Waage und Kasten von der Zimmerdecke getragen wurden.

Bei den Vorversuchen waren hölzerne Hebestangen verwendet worden; nach einiger Zeit ergaben sich abweichende Ausschläge für die Reiter und eine nähere Untersuchung zeigte, dass aus dem mit gewöhnlichem Kleister an der Stange befestigten Goldbelag nadelförmige Krystalle hervorragten, die bisweilen mit Theilen des Hilfsbalkens zusammenstiessen; die Stangen wurden dann durch vergoldete Messingstangen ersetzt. Die Reiter bestanden, um elektrische Erregungen zu vermeiden, aus vergoldetem Silber.

Die Massen M, m, A, B bestanden aus einer Blei-Antimonlegirung mit einem spezifischen Gewichte von nahe 10,4; nach dem Gusse wurden sie hydraulischem Drucke ausgesetzt und dann abgedreht; von Zeit zu Zeit unternommene Nachmessungen zeigten keine merkbaren Formveränderungen; die wahren Massen selbst waren:

$$M = 153407{,}26\ g,\quad m = 76497{,}4\ g,\quad A = 21582{,}33\ g,\quad B = 21566{,}21\ g.$$

Die Massen A und B haben eine zentrische Durchbohrung von 6,215 *mm* Durchmesser; durch die Bohrung geht eine unten in eine Oese endigende Messingstange; mit derselben ist mittels eines Verbindungsstückes eine ganz ähnliche Messingstange fest verbunden, welche oben gleichfalls in eine Oese endigt. Von den Enden des Waagebalkens hängen starke Drähte herab, die unten mit Haken für die Oesen versehen sind; kehrt man die Messingstangen um, so hängen A und B (an den oberen Oesen) um etwa 30 *cm* höher; die Anziehung auf die Stangen bleibt wegen ihrer symmetrischen Konstruktion dabei dieselbe.

Das Gewicht der vier Zentigrammreiter wurde in Breteuil im *Bureau international des poids et mesures* von Herrn Thiesen mit einer Unsicherheit von höchstens 0,001 *mg* bestimmt; zwei derselben, von fast ganz gleichem Gewichte wurden zum Gebrauche aus-

gewählt; die beiden anderen zur Kontrole aufbewahrt. Nach vierjährigem Gebrauche zeigten die beiden ersten Reiter eine Gewichtsabnahme von 0,0064, bezw. 0,0066 *mg*. Die Kontrolmessungen geschahen durch den Verfasser.

Die für die Reduktion der Beobachtungen nöthigen horizontalen Distanzen maass Verfasser auf einfache Weise, die vertikalen vermittels eines Kathetometers eigener Konstruktion.

Ueber die Ausführung der eigentlichen Wägungen macht Verfasser folgende Angaben. Zwei bis drei Tage vorher und während derselben blieb der Balken in Schwingung, um Spannungszustände, die seine Form ändern konnten, sich ausgleichen zu lassen. Das Wägungszimmer wurde mehrere Stunden vor Beginn der Messungen nicht mehr betreten.

Von äusseren Störungen findet Verfasser die durch aufsteigende Luftströmungen hervorgerufenen am gefährlichsten; dieselben machten das Beobachten oft wochenlang unmöglich, da nicht gemessen wurde, wenn die Schwankungen des Balkens mehr als 0,001 der zu messenden Ausschläge betrug. Die Ruhe war am grössten bei warmem stillem Wetter und bei einem geringen Steigen der Temperatur im Wägungszimmer; Unruhe entstand bei plötzlichem Sinken. Das Oeffnen oder Schliessen einer Thür im Gebäude hatte eine merkliche, vorübergehende Wirkung; starker Wind bewirkte stets Unruhe.

Das Schwingungszentrum zeigte stets einen Gang, vielleicht in Folge einer Neigungsänderung des Bodens, bei Aenderungen des Luftdrucks; Steigen und Sinken der Temperatur veranlassten Wanderungen des Zentrums in bestimmtem Sinne.

Beim Beobachten selbst hat Verfasser nicht den Stillstand des Balkens abgewartet, sondern immer vier Umkehrpunkte beobachtet; den Ort des Zentrums erhielt er vermöge eines graphischen Annäherungsverfahrens von genügendem Genauigkeitsgrad.

Die Reihenfolge der Beobachtungen war folgende:

1. Anfangslage, 2. Reiter umgewechselt, 3. Reiter in Anfangslage, 4. Massen (M und m) um 180° gedreht, 5. Massen in Anfangslage, 6. Reiter umgewechselt, u. s. w., was etwa 2 bis 3 Stunden hindurch fortgesetzt wurde. Zwischen den Beobachtungsepochen je zweier aufeinanderfolgender Schwingungszentren vergingen etwa 2 Minuten. Darnach folgte Bestimmung der vertikalen Distanzen und Verstellung der angezogenen Massen A und B in die obere Lage, in welcher dann nach einigen Tagen die Beobachtung wiederholt wurde.

Die Beobachtungen wurden tageweise auseinandergehalten und als Tagesresultat giebt Verfasser das Verhältniss $M:R$, d. h. das Verhältniss des Ausschlages der Skale bei Drehungen des Drehtisches um 180° zum Ausschlag beim Vertauschen der Reiter. Die Resultate sind folgende (wenn $M:R = A$, falls die angezogenen Massen den anziehenden nahe sind, $M:R = \alpha$, wenn sie sich in der oberen Lage befinden):

Reihe I.			Reihe II.		
1890 Febr.	4	$\alpha = 0,2142212$	Juli	28	$A = 0,9973168$
Mai	25	$\alpha = 0,2157379$	Sept.	17	$A = 0,9984148$
April	30	$A = 1,010905$	Sept.	23	$\alpha = 0,2112753$
Mai	4	$A = 1,011032$	Sept.	25	$\alpha = 0,2112533$

Verfasser glaubt, dass die gewöhnliche Waage weit mehr zu leisten im Stande sei, als man annehme. Die Konstanz der Stellung des Waagebalkens erhöhe sich nach jeder weiteren Vorsichtsmaassregel zur Abhaltung von Luftströmungen und äusseren Störungen. Für ein genaues Funktioniren sind besonders folgende Bedingungen wesentlich:

1) Der Balken muss während jeder Wägungsreihe, bei welcher die Ausschläge mit einander zu vergleichen sind, auf seiner Schneide ruhen und sich in konstanter Spannung befinden.

2) Alle beweglichen Theile, wie etwa der Apparat zum Verschieben der Reiter und Gewichte, müssen unabhängig von der Waage oder ihrem Kasten sein.

Ebenso wie Professor Boys ist Verfasser der Meinung, dass mit dem Apparat auch die Beträge gewisser Fehler wachsen; er würde bei weiteren Messungsreihen sicher einen kleineren Apparat anwenden.

Der II. Theil der Abhandlung enthält die mathematische Berechnung des Werthes der Anziehung, ausgedrückt als Funktion der Massen und Distanzen, sowie Untersuchungen des Einflusses eines Symmetriemangels. Beides kann hier nur kurz erwähnt werden.

Mit Zugrundelegung des Newtonschen Attraktionsgesetzes wird die Aenderung n (bzw. n' in der oberen Lage von A und B) des vertikalen Zuges bei einer Lagenänderung der unteren Massen ausgedrückt entweder durch: $GF + E$, oder durch: $Gf + E$, wo G die gesuchte Gravitationskonstante, E den von den Aufhängungsstangen und dem Waagebalken herrührenden Beitrag zur Anziehung und F bzw. f zwei Funktionen der vier Massen und der Distanzen in der unteren bezw. oberen Lage von A und B bedeuten. Es ist:

$$G = \frac{n - n'}{F - f}.$$

Es folgt dann die numerische Berechnung der vier Grössen der rechten Seite und die der Erddichte Δ. Als Endresultate erhält Verfasser im Mittel aus Reihe I und II:

$$G = \frac{6,6984}{10^8}, \qquad \Delta = 5,4934,$$

und zwar $\Delta = 5,52$ aus der ersten, $\Delta = 5,46$ aus der zweiten Reihe.

Im III. Theile endlich giebt Poynting noch drei Tabellen:

1) Die Konstanten des Apparates und die benutzten Dimensionen der Erde. 2) Die gemessenen vertikalen Distanzen. 3) Ein vollständiges Protokoll einer Wägungsreihe und eine ausführlichere Zusammenstellung nothwendiger Angaben zu den einzelnen Beobachtungsreihen, nebst deren Resultaten. *Sn.*

Ueber den gegenwärtigen Zustand der Aktinometrie.

Von O. Chwolson. (Eine kritische Studie) *Repert. für Meteorologie. Bd. XV. No. 1.*

Seit mehr wie 50 Jahre stehen die aktinometrischen Forschungen wegen ihrer grossen Bedeutung so zu sagen auf der Tagesordnung und von Seiten der bedeutendsten Physiker und Meteorologen wird ihnen das regste Interesse entgegengebracht; noch im Laufe des letzten Jahrzehnts sind in zahlreichen Arbeiten von Violle, Crova, Langley u. a. eine Reihe von experimentellen Methoden ausgebildet und zur Ermittlung der Sonnenkonstanten angewendet worden. „Wenn sich trotzdem die aktinometrischen Beobachtungen bisher noch nicht auf den meteorologischen Observatorien eingebürgert haben“, bemerkt der Herr Verfasser in einer fundamentalen, bereits früher erschienenen wichtigen Arbeit[1]), „so dürfte dies zum nicht geringsten Theil daran liegen, dass die meisten der erwähnten Methoden auf nicht genügend theoretisch durchgearbeiteten Grundlagen aufgebaut sind, so dass ein gewisser Zweifel über die wahre physikalische Bedeutung der den Beobachtungen entnommenen Zahlengrössen obwalten muss“. Die allseitig zugegebene hohe Bedeutung, welche eine auf streng wissenschaftlichen Grundlagen aufgebaute Aktinometrie namentlich für die Meteorologie hätte, legte den Wunsch nahe, vorerst einmal eine kritische Durchmusterung der bisher angewendeten aktinometrischen Maassmethoden vorzunehmen; dieselbe konnte erstens den Zweck einer Orientirung über das bisher Geleistete haben und zweitens möglicherweise nützliche Fingerzeige über die Richtung ergeben, in welcher der Versuch einer weiteren Ausbildung der aktinometrischen Methoden einen Erfolg hoffen liesse.

Einem bezüglichen Vorschlage von Seiten des Herrn Wild folgend, nahm Herr Chwolson eine solche kritische Untersuchung der aktinometrischen Methoden in die Hand und das Resultat dieses Versuches ist die oben zitirte, überaus verdienstliche, sorgfältige und umfangreiche Studie, gleich wichtig für die Geschichte wie für die Theorie und Praxis der Aktinometrie, welche uns gleichzeitig die vollgiltigen Belege für den erst erwähnten Ausspruch des gelehrten Physikers vor Augen führt. Jeder, der

---

[1]) Ueber die Vertheilung der Wärme in einer einseitig bestrahlten schwarzen Kugel. Eine aktinometrische Studie. *Mém. de l'Acad. impér. des sciences de St. Petersb. VII. Serie. XXXVIII. Nr. 6. 1891.*

sich für Aktinometrie von theoretischer und praktischer Seite her interessirt, wird diese bedeutsame Schrift mit Freuden begrüssen; wir müssen uns an dieser Stelle darauf beschränken, aus dem reichhaltigen Inhalte einen kurzen Kapitelauszug wiederzugeben.

Im ersten Abschnitte wird die allgemeine Frage nach den Aufgaben der Aktinometrie eingehend behandelt. Die Aufgabe der Aktinometrie, in ihrer grössten Allgemeinheit und Ausdehnung ausgesprochen, definirt Herr Chwolson wie folgt: „Es soll der von der Sonne kommende Energiestrom in allen seinen Einzeltheilen qualitativ und quantitativ, von dem Momente seines Eintrittes in die Atmosphäre, auf dem ganzen Wege durch letztere bis zur Erdoberfläche und wieder zurück bestimmt werden, so dass der durch jedes Volumenelement der Atmosphäre hindurchgehende Strom in allen seinen Bestandtheilen bekannt wird, und zwar in Abhängigkeit von dem Zustand der übrigen Atmosphäre und den Koordinaten des Volumenelementes". In der so gefassten Aufgabe sind alle die spezielleren der bisherigen, durch Methode und nächstes Ziel verschiedenen aktinometrischen Forschungen enthalten; einerseits Pouillet, Crova, Violle, Fröhlich u. A., andererseits Langley und wieder andererseits Radiationsthermometer, Arago-Davy, Richard u. s. w. — Das zweite Kapitel handelt von den Sonnenkonstanten (Bestimmung der Weglänge der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre, Abhängigkeit der Wärmemenge von der Weglänge, Werthe der Sonnenkonstanten). — Der dritte wichtige Abschnitt ist allgemeinen Betrachtungen über die Theorie der aktinometrischen Messungen und derjenigen rein physikalischen Fragen gewidmet, welche in der Theorie der aktinometrischen Methoden eine Rolle spielen. Das vierte Kapitel verbreitet sich über das absolute Pyrheliometer von Pouillet, die Beobachtungsmethoden von Pouillet und Crova, Theorie dieser Methoden mit und ohne Berücksichtigung der Verzögerung, Pyrheliometer von Tyndall und Crova, Kritik des Pyrheliometers durch Soret, Fröhlich, Ferrel und Langley; Eigenschaften des Pyrheliometers, Pyrheliometer von Bartoli und Stracciati. — Der fünfte Abschnitt ist dem absoluten Aktinometer von J. Violle gewidmet (Beschreibung desselben, Beobachtungsmethode von Violle, Bestimmung der Wärmekapazität der Thermometerkugel; die Langley'schen Untersuchungen und Kritik der von ihm eingeführten Korrektionen A bis F). — Im sechsten Kapitel finden wir die Einrichtung und Theorie des absoluten Aktinometers von Knut Angström nebst kritischen Bemerkungen. Das siebente Kapitel bespricht die zahlreichen anderen Instrumente und Methoden der absoluten Messung (Secchi, Soret, Maurer, Stewart, Waterstone, Exner und Röntgen, Hirn u. A.). In den Kapiteln VIII und IX finden wir einen kritischen Exkurs über das relative Aktinometer von A. Crova, sowie der relativen Aktinometer von Arago-Davy und Herschel. Kapitel X handelt von den thermoelektrischen relativen Aktinometern von Secchi, Crova, Desains, Fröhlich; Kapitel XI bespricht die anderen Methoden der relativen Messung (die Instrumente von Ericsson, Bartoli und Stacciati, der Aktinograph von Angström, das Bolometer, die Violle'schen Kugeln, der Aktinograph Richard). Das Schlusskapitel XII endlich behandelt die Frage über die möglichen Wege einer weiteren Ausbildung des Aktinometers.

Das Schlussresultat, zu welchem die vorgenannte kritische Untersuchung aller der verschiedenen Methoden, ein absolutes oder relatives Maass der Sonnenenergie zu finden, nothwendigerweise führt, dürfte darin bestehen, sagt Herr Chwolson, dass bisher kein einziges der Probleme, welche eine praktische Aktinometrie aufstellt, als gelöst betrachtet werden kann, falls man von der Forderung ausgeht, dass die Lösung uns in den Stand setzt, die Grösse der zu messenden Energie mit einem einigermaassen konstanten und uns mit genügender Annäherung bekannten Grade von Genauigkeit zu bestimmen. Eine solche Forderung stellen wir an jede physikalische und meteorologische Maassmethode, soll dieselbe den Charakter einer ernsten, wissenschaftlichen Forschung und nicht den einer müssigen, zeitraubenden Spielerei tragen. *J. M.*

Optische Registrirmethode zur Bestimmung der Beschleunigung durch die Schwere.

Von A. Berget. *Journ. de phys. II.* **10.** *S. 272.* *(1891.)*

Die zur Bestimmung der Schwerkraft durch Pendelbeobachtungen meist angewandten Methoden (Koinzidenzmethode nach Borda, später vervollkommnet u. A. von Bessel, H. W. Vogel und Gruber, oder Stroboskopisches Prinzip nach Lippmann) leiden an gewissen Fehlerquellen, weshalb Verf. vorschlägt, die Schwingungen des betreffenden Pendels optisch zu registriren, da jede andere Registrirmethode die Bewegung des Pendels selbst beeinflusst. Um auch an Orten, in denen keine Sternwarte vorhanden ist, genaue Messungen vornehmen zu können, sollen alle Schwingungen, welche zwischen zwei Durchgängen desselben Sterns durch ein Passageinstrument liegen, registrirt und nachher gezählt werden. Die Ausführung der photographischen Registrirung kann auf verschiedene Weise geschehen, entweder dadurch, dass das Pendel am unteren Ende einen vertikalen Spalt trägt, der in der Ruhelage das Licht eines zweiten, feststehenden Spaltes hindurchlässt und dadurch auf einem vorbeigeführten, lichtempfindlichen Papier bei jedem Durchgang des Pendels durch die Ruhelage einen Strich entstehen lässt, oder unter Anwendung von Linsen oder Hohlspiegeln, welche Kurven auf das Papier aufzeichnen. Auch an die Verwendung von Selenzellen oder anderen, durch das Licht in ihrem elektrischen Verhalten beeinflussten Substanzen hat Verf. gedacht. Die Sterndurchgänge am Anfang und Ende des Versuchs müssen auf ähnliche Weise registrirt werden. Als Pendel verwandte Verf. eine Bleikugel von 19,8 *kg*, die an einem Draht von 2,4 *m* Länge aufgehängt war; diese Vorrichtung blieb 72 Stunden in Bewegung. *W. J.*

Ein Vorlesungsversuch, die Effusion der Gase betreffend.

Von P. C. Freer. *Zeitschr. f. phys. Chemie.* **9.** *S. 669.* *(1892).*

Um in der Vorlesung das Gesetz, dass die Ausflussgeschwindigkeiten von Gasen aus feinen Oeffnungen umgekehrt proportional den Quadratwurzeln aus ihren Dichten sind, durch den Versuch nachzuweisen, bedient man sich folgender einfachen Vorrichtung: Ein etwa 200 *ccm* fassendes, an seiner unteren Biegung mit Abflussrohr versehenes U-Rohr besitzt einen kürzeren und einen längeren Schenkel. Der erstere kann durch einen doppelt durchbohrten Hahn entweder mit einem einfachen Ablassrohr oder mit einem in eine sehr feine Oeffnung mündenden Röhrchen verbunden werden. Der längere Schenkel trägt an seinem oberen Ende einen Hahn, durch welchen die zu untersuchenden Gase eingeleitet werden. Mit diesen wird der kurze Schenkel gefüllt, nachdem derselbe nach unten durch Quecksilber abgeschlossen ist. Man schliesst nun durch Drehung des Hahnes das Gasvolumen ab; alsdann wird in den längeren Schenkel bis zu einer Marke Quecksilber eingegossen und nun lässt man unter dem so gegebenen Druck das im kurzen Schenkel angesammelte Gas durch das Röhrchen mit feiner Oeffnung austreten. Bei sorgfältigem Arbeiten kann man auf diese Weise z. B. leicht zeigen, dass die Ausströmungsgeschwindigkeiten gleicher Volumina Wasserstoff und Sauerstoff sich wie 1 : 4 verhalten. *F.*

Apparat zur Demonstration der stehenden Wellen.

Von Jzarn. *Journ. de phys. (III).* **1.** *S. 301.* *(1892).*

Mit dem hier beschriebenen Apparat können stehende Schwingungen demonstrirt werden, welche durch das Zusammenwirken zweier wellenförmig ausgeschnittenen Schablonen entstehen. Die einzelnen schwingenden Theilchen werden, wie bei den ähnlichen Apparaten, durch Kugeln dargestellt, welche an vertikalen Drähten befestigt sind und mit diesen seitlich verschoben werden können. Das untere Ende der Drähte ist zu diesem Zweck horizontal umgebogen und wird durch eine horizontal liegende Hülse geführt. Der vertikale Theil dagegen geht durch zwei Ringe, welche an zwei gegenüberliegenden Ecken eines aus Drähten bestehenden Parallelogramms befestigt sind und die horizontale Komponente ihrer Bewegung den vertikalen Drähten mittheilen. Das Parallelogramm ist in sich beweglich und stützt sich mit seinen beiden anderen Ecken gegen die zu

beiden Seiten desselben liegenden wellenförmigen Ausschnitte der Schablonen. Bewegen sich diese letzteren, so ertheilt jede derselben der zugehörigen Ecke des Parallelogramms eine wellenförmig hin- und hergehende Bewegung und die Bewegung der Mittellinie des Parallelogramms, also auch der vertikalen Drähte, ist dann die Differenz der Einzelbewegungen, welche durch beide Wellen hervorgerufen werden. Bewegen sich daher die Schablonen mit gleicher Geschwindigkeit im entgegengesetzten Sinn, so entstehen stationäre Schwingungen, so dass einzelne Kugeln ganz in Ruhe bleiben (Knoten), andere immer oszilliren (Bäuche). Bei dem von Lund ausgeführten Apparat sind die Schablonen vertikal gestellt und werden aus einem Band ohne Ende gebildet, wodurch die Herstellung einer gleichförmigen Bewegung in zwei entgegengesetzten Richtungen vereinfacht wird. Die Uebertragung der Bewegung auf die Kugeln ist dann ähnlich wie oben.

W. J.

Absorptionsapparat zur Bestimmung des Schwefels im Eisen.

Von L. Blum. *Zeitschr. f. anal. Chemie.* ***31.*** *S. 290. (1892).*

Die zur Oxydation des aus dem Eisen durch Säuren entwickelten Schwefelwasserstoffes dienende Flüssigkeit bringt man nach dem Verfasser zweckmässig in einen etwa 50 *ccm* fassenden und 20 *cm* hohen Zylinder, welcher nach oben zu in eine Kugel von etwa 200 *ccm* Inhalt übergeht. In den oberen Hals der Kugel passt ein hohles Schliffstück. Durch dasselbe geht einerseits das Einleitungsrohr des Gases, welches bis fast auf den Grund des Zylinders reicht und oberhalb des Schliffstückes zu einer etwa 200 *ccm* grossen Kugel ausgeblasen ist und andererseits ein Rohr zur Ableitung der Gase, welche die Flüssigkeit im Zylinder durchstrichen haben.

F.

Absolute Härtemessungen.

Von F. Auerbach. *Wied. Ann.* ***43.*** *S. 61. (1891).*

(Beschreibung des Apparates.)

Der in dieser Abhandlung beschriebene Apparat soll zur Messung der absoluten Härte nach der Definition, welche Hertz dafür gegeben hat, dienen. Die Härte ist darnach die Elastizitätsgrenze eines Körpers bei Berührung einer ebenen Fläche desselben mit einer kugelförmigen Fläche eines anderen Körpers. Es wird demgemäss bei diesen Untersuchungen eine kugelförmige Linse von bekanntem Krümmungsradius gegen eine ebene Fläche des zu untersuchenden Körpers gepresst und die Grösse der gemeinschaftlichen Berührungsfläche bei demjenigen Druck gemessen, bei welcher die Elastizitätsgrenze erreicht ist. Diese Grenze wird durch das Auftreten eines Sprunges gekennzeichnet; aus der Grösse der Berührungsfläche und dem dazu gehörigen Druck lässt sich dann die absolute Härte berechnen. Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einem kräftigen Hebel, auf dessen kürzerem Arm (50 *mm* Länge) die oben erwähnte Linse befestigt ist. Der andere Arm des Hebels ist zehnmal so lang als der kurze und trägt an seinem Ende ein Gehänge mit Waageschale, welches durch einen zweiten, mittels Schraube verstellbaren Hebel langsam auf die Schneide des Haupthebels aufgesetzt oder von dieser abgehoben werden kann, so dass keine plötzliche Aenderung der Belastung eintritt. Die Beobachtung der Berührungsfläche und die Messung ihrer Grösse geschieht durch ein Mikroskop mit Mikrometerskale. Der Apparat ist von der Optischen Werkstätte Carl Zeiss in Jena ausgeführt worden.

W. J.

Brenner mit Sicherheitsvorrichtung gegen Explosionsgefahr beim zufälligen Erlöschen der Flamme.

Von P. Altmann. *Chem.-Ztg.* ***16.*** *S. 989.*

Um bei plötzlichem, zufälligem Erlöschen einer nicht beaufsichtigten Flamme alsbald ein automatisches Schliessen der Gaszufuhr herbeizuführen, bringt man an der Brenneröffnung ein aus zwei verschiedenen, über einander gelötheten Metallen bestehendes Band derartig an, dass es den Rand der Flamme berührt. Dehnt dasselbe sich in Folge

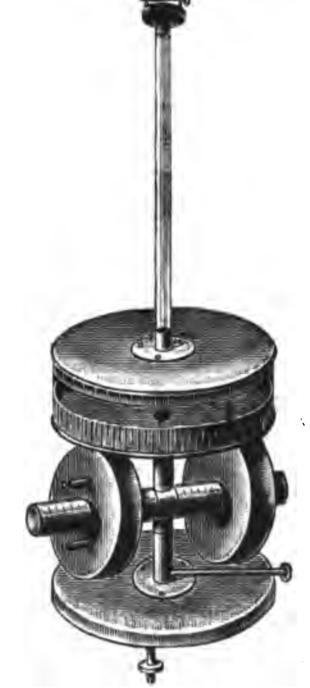
der Erhitzung aus, so sinkt gleichzeitig ein an dem einen Ende der Spirale angebrachter Arm, welcher unten einen beweglichen Hebel trägt. Diese Vorrichtung ist so angeordnet, dass, wenn die Flamme erlischt und die Spirale sich zusammenzieht, der dadurch wieder emporgezogene Hebel den Gaszufuhrhahn schliesst, indem er dessen Führungsstange mit sich nimmt. Das Prinzip der Einrichtung ist also dasselbe, welches man bereits mehrfach zu diesen und ähnlichen Zwecken benutzt hat (vergl. z. B. Schober, *Chem. Centr.-Blatt, 1884. S. 18*). Die Firma Dr. Rob. Muencke in Berlin liefert Brenner, zumal solche für Thermostaten, mit der beschriebenen Vorrichtung. *F.*

Ein Schulgalvanometer.

Von Karl Noack. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **5.** *S. 193. (1892).*

Das in nebenstehender Figur in $^1/_4$ der natürlichen Grösse abgebildete Instrument passt sich den mannigfachen Anforderungen, die an ein Schulgalvanometer gestellt werden müssen, möglichst an. Es hat im Wesentlichen die Wiedemann'sche Form; die Ablesung geschieht aber an einer Glastrommel in ähnlicher Weise, wie bei der von Poske angegebenen Tangentenbussole (*a. a. O.* **3.** *S. 103*).

Auf einem schweren kreisrunden Brett mit drei Stellschrauben ist eine hohle Messingsäule befestigt, die zur Aufnahme eines Zapfens dient, der durch eine Schraube festgeklemmt werden kann. Der Zapfen trägt einen Kupferkörper, an den seitlich zwei mit Millimetertheilung versehene Messingröhren angeschraubt sind, auf denen die Galvanometerrollen sitzen. Ausserdem ist an dem Kupferkörper ein Messingrohr angeschraubt, das den Teller des Zeigergehäuses trägt. Am Deckel des Zeigergehäuses ist ein Aufhängerohr mit Torsionskopf befestigt.



Der Glockenmagnet spielt in einer Bohrung des Kupferzylinders. Zwei seitliche 1 *mm* weite Durchbohrungen des Kupferdämpfers, die mit Glasplatten verschlossen sind, gestatten eine bequeme Einstellung des Instruments in den magnetischen Meridian. Der Glockenmagnet ist an einen Aluminiumdraht angeschraubt, der an einem Kokonfaden hängt. In der Mitte des Zeigergehäuses ist über diesen Draht ein leichtes Messinghülschen geschoben, in das seitlich die Arme des Zeigers eingeschraubt sind. Es kann somit dem Zeiger jede Lage gegen die magnetische Axe des Glockenmagneten gegeben werden. Das Zeigergehäuse ist mit zwei Theilkreisen ausgerüstet. Die eine Theilung ist um einen konzentrisch am Boden des Gehäuses befestigten Blechring gelegt und ist 5 *mm* von der Innenwand des Glasrings entfernt. In diesem Zwischraum spielt das breitere untere Zeigerende. Die eine Hälfte des Kreises ist mit einer Gradtheilung versehen, die beiderseits um je 5° von 0 bis 90° fortschreitet; die andere Hälfte trägt eine Tangententheilung, ebenfalls nach beiden Seiten fortschreitend, auf der *tang* 45° mit 10 bezeichnet ist. Am oberen Rande ist in den Glasmantel eine einfache Kreistheilung in ganzen Graden für genauere Messungen mittels des nach oben gerichteten Zeigerfortsatzes eingelegt. Beide Theilungen können ohne Schwierigkeit gedreht werden; es ist also das Instrument in jeder Lage zum magnetischen Meridian benutzbar.

Die Galvanometerrollen haben einen Durchmesser von 12 *cm* und einen Holzkern von 8 *cm*; ihre Breite ist 3 *cm*. Jede Rolle besteht aus 3200 Windungen dünnen Kupferdrahts.

Das Instrument ist in einfacher, aber sauberer und zuverlässiger Ausführung von Liebrich's Nachf. in Giessen bereits in mehreren Exemplaren ausgeführt worden. Der Preis stellt sich je nach der gewünschten Drahtsorte auf 90 bis 100 M. *H. H.-M.*

Verbesserte Gaspipette.

Von A. H. Gill. (*Zeitschr. f. anal. Chemie.* **31.** *S. 292. 1892*).

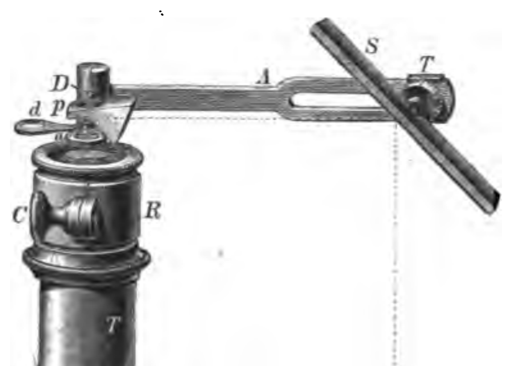
Statt der zusammengesetzten Hempel'schen Gaspipette schlägt Verfasser vor, eine einfache, mit Gummiblase versehene Pipette anzuwenden, da solche sich bequemer handhabt. Das eiserne Stativ der Hempel'schen Pipette ersetzt Verfasser durch ein messingnes, dessen einzelne Theile zu verschieben und mit Schrauben versehen sind. In diesen werden die Pipettenröhren mittels Gummischläuchen oder Korken oder durch Eingiessen eines geschmolzenen Gemisches von gleichen Theilen Bienenwachs und gewöhnlichen Harzes befestigt. Die Kapillare der Pipette ist aus weiss belegtem Glase hergestellt. Der Apparat kann von der Firma Warmbrunn, Quilitz & Co. in Berlin bezogen werden.

F

Reichert's neuer Zeichenapparat.

Von Prof. Dr. Friedr. Brauer. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie* **8.** *S. 451. (1892.)*

Obgleich die Mikrophotographie in den letzten Jahren sehr bedeutende Fortschritte gemacht hat, wird der Zeichenapparat in solchen Fällen das beste Hilfsmittel bleiben, in denen es sich um die Abbildung dickerer, schlecht gefärbter und wenig kontrastreicher Präparate handelt. Der Herr Verfasser benutzt für die Darstellung kleiner, nur von gewöhnlichem Tageslicht beleuchteter, entomologischer Objekte bei schwachen Vergrösserungen einen von Reichert in Wien ausgeführten neuen Zeichenapparat, nachdem sich ältere, im Uebrigen vorzügliche Apparate in Folge von Unbequemlichkeit oder starkem Lichtverlust weniger zweckmässig erwiesen haben.



Der Reichert'sche Apparat wird, wie aus der nebenstehenden Figur ersichtlich, mit einer Ringklemme *R* und der Pressschraube *C* am Mikroskop befestigt. An dem an der Ringklemme sitzenden Zylinder *D* sind das Prisma *p* und der Spiegelhalter *A* fest angebracht. Der Spiegel *S* lässt sich in einem Schlitz des Halters *A* bewegen und ausserdem neigen, wobei der Betrag der Neigung an einer Theilung *T* abgelesen werden kann. Durch die Durchbrechung des Prismas gelangen demnach die Lichtstrahlen vom Objekt unvermittelt und ohne Schwächung in's Auge, während das Bild der Zeichenfläche in der durch die punktirte Linie angedeuteten Richtung eben dahin geleitet wird. Um die Lichtfülle des mikroskopischen Bildes, welche die Zeichenfläche weniger deutlich erscheinen lässt, zu dämpfen, sind bei *a* und *d* blaue Gläser angebracht, die in den Strahlengang eingeschaltet werden können. Zur Beobachtung des mikroskopischen Bildes ohne den Apparat und zur Auswechselung des Okulars lässt er sich durch Drehung um einen in der Figur verdeckten Stift zurückschlagen. Die Wiedereinschaltung geschieht mit voller Sicherheit durch Zurückdrehung des Apparates gegen einen Anschlagstift. Um bei der Benutzung verschiedener Okulare den Apparat ebenfalls verwenden zu können, ist der Stift *D* gegen die Ringklemme *R* und ebenfalls die letztere auf der Mikroskophülse *T* etwas verschiebbar.

K. F.

Ein Spiritusbunsenbrenner.

Von G. Barthel. *Chem. Ber.* **25.** *S. 2646 (1892)* und *Chem.-Ztg.* **16.** *S. 1106.*

Der Brenner besteht in der Hauptsache aus einem starkwandigen, auf einem Fuss ruhenden Rohre, ähnlich demjenigen der Bunsenbrenner. Dieses Rohr ist durch eine Zwischenwand in zwei etwa gleiche Theile getheilt. Ueber derselben befindet sich ein aussen am Brennerrohr seitlich angesetzter Spindelhahn, durch welchen der Zutritt des von unten durch eine Aussparung der Zwischenwand einströmenden Alkoholdampfes

regulirt wird. Oberhalb des Hahnes befinden sich im Brennerrohr die Luftlöcher und im oberen Theil des Rohres liegt ein Drahtnetz, um ein ruhiges Brennen der Flamme zu erzielen. Der Spiritus tritt aus einem etwa 1 *m* höher stehenden Behälter durch ein am Fuss seitlich eingeschraubtes Zuleitungsrohr in den unteren Theil des Brennerrohres, wo er zur Verdampfung gelangt. Um diese möglichst gleichmässig zu machen, ist der Verdampfungsraum mit einem geeigneten Metallkörper dicht ausgefüllt. Um zu Anfang des Brennens die Verdampfung zu beschleunigen, zündet man in einer aussen um den unteren Theil des Brenners laufenden Rinne etwas Spiritus an; in $1^1/_2$ Minuten ist der gewünschte Zweck erreicht; hat man nun die Brennerflamme angezündet, so genügt die von dieser dem Brennerrohr ertheilte Wärme, um ein genügendes Nachströmen von Spiritusdampf zu veranlassen; dies geschieht sehr gleichmässig, so lange der Behälter noch Spiritus enthält. Die Handhabung des Brenners ist gefahrlos. Die damit erzielte Hitze ist höher als diejenige des Bunsenbrenners; durch Ersatz des engmaschigen Drahtnetzes durch ein weitmaschiges kann man die gewöhnlich ruhig brennende Flamme zu einer brausenden Gebläseflamme machen. Der Brenner wird von der Firma Gustav Barthel, Dresden-A., in zwei Grössen geliefert: mit einer Flammenhöhe von etwa 26 *cm* und der Wirkung von vier Bunsenbrennern und ferner mit einer Flammenhöhe von etwa 20 *cm* und der Wirkung von zwei Bunsenbrennern. *F.*

Apparat zur raschen Sterilisirung und zur Konservirung organischer Flüssigkeiten.

Von d'Arsonval. *Journ. de phys. élément.* ***7.*** *S. 138. (1892).*

Der Verfasser hat gefunden, dass Kohlensäure bei gewöhnlicher Temperatur unter einem Druck von 50 Atmosphären Mikroorganismen zu tödten, also organische Flüssigkeiten zu sterilisiren vermag. Um dies auszuführen, bringt man letztere in ein eisernes, starkwandiges Gefäss, auf welches ein übergreifender Deckel aufgeschraubt werden kann. Durch denselben geht die zur Kohlensäurebombe führende Zuleitung und ferner eine Schraube, mit deren Hilfe nach beendigter Operation die gespannten Gase langsam abgelassen werden können. Ein mit seinem Ansatzrohr durch den Deckel geführtes Manometer vollendet die Ausstattung des Apparates. (Vergl. auch d'Arsonval, *diese Zeitschr. 1892. S. 286*). *F.*

Die Ring-Noniusbürette.

Von C. Meinecke. *Chem. Zeitung.* ***16.*** *S. 792. (1892).*

Die Vorrichtung besteht aus zwei an ihren unteren Enden durch seitliche Rohre und ein kegelförmiges Schliffstück mit einander verbundenen Büretten. Die eine ist eine solche von gewöhnlicher Gestalt; anstatt der Strichtheilung besitzt sie jedoch zur genaueren Ablesung eine Ringtheilung und wird daher Ringbürette genannt. Ist bei der Titration der Meniskus der Flüssigkeit nicht so weit gesunken, dass er genau mit der Ebene eines solchen Ringes zusammenfällt, so wird die Bürette mit der ihr angeschlossenen, sogenannten Noniusbürette in Verbindung gesetzt; in diese, welche in 0,01 *ccm* eingetheilt ist, lässt man die Flüssigkeit aus der ersten übertreten, bis hier ihr Meniskus die Ebene eines Ringes genau erreicht. Auf diese Weise gelangt man zu Ablesungen, deren durchschnittlicher Fehler etwa 0,01 *ccm* beträgt. *F.*

Eine Vorrichtung zum Heissfiltriren.

Von Th. Paul. *Chem. Ber.* ***25.*** *S. 2208. (1892).*

Die Vorrichtung besteht aus einem Dampftrichter, mit welchem der Dampfentwicklungsapparat fest verbunden ist, und zwar derartig, dass der aus der Trichterspirale wieder austretende Dampf durch einen Luftkühler hindurch zum Siedegefäss zurückgelangt. In sehr einfacher, im Original durch Zeichnung erläuterter Weise ist dem Dampf der einzuschlagende Weg gewiesen. Der Apparat ist fast ganz aus hartgelöthetem Kupferblech hergestellt und kann durch eine Klemme an einem beliebigen Gestell befestigt werden; er wird von der Firma Max Kaehler & Martini in Berlin geliefert. *F.*

Neue Wägebürette.

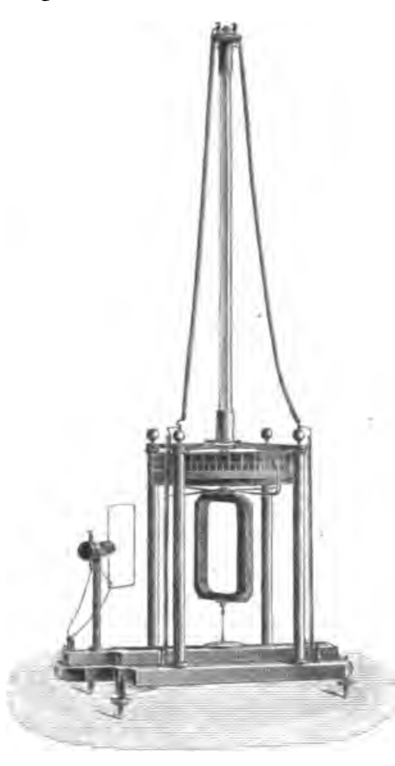
Von M. Ripper. *Chem. Zeitung.* ***16.*** *S. 793.* (*1892*).

Die Bürette besteht aus einem weiten Zylinder, welcher nach oben sich verengt und einen hohlen Stopfen trägt; eine feine Oeffnung in demselben gestattet, das Innere der Bürette mit der äusseren Luft in Verbindung zu setzen. Die Spitze des Bürettenhahnes muss sehr sorgfältig gearbeitet sein; sie darf nicht zu eng sein, muss aber auch die Bildung sehr kleiner Tropfen gestatten. Sie ist durch eine aufgeschliffene Kappe geschützt, welche das Verdunsten etwa anhängender Tropfen während der Wägung verhüten soll. Die ganze Bürette, deren Gewicht etwa 60 *g* beträgt, wird mittels eines Aluminiumgestells an der Waage befestigt. Die so gewonnenen Resultate sind sehr genau; der erhebliche Zeitaufwand bei einzelnen Bestimmungen lässt den Apparat aber nur für wissenschaftliche Arbeiten geeignet erscheinen. *F.*

Vorlesungselektrodynamometer.

Von A. Oberbeck. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* ***5.*** *S. 284.* (*1892.*)

Dieses Instrument dient zum Nachweis der Wirkung magnetischer und elektromagnetischer Kräfte auf elektrische Ströme und soll zugleich das Ampère'sche Gestell ersetzen, dessen Benutzung zur Demonstration der elektrodynamischen Grundversuche mit mancherlei Unzuträglichkeiten verbunden ist. (Vgl. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* ***1.*** *S. 202*; ***3.*** *S. 289* und ***4.*** *S. 84.*) Auf einem Grundbrett mit drei Stellschrauben stehen vier Messingsäulen, die oben durch ein Metallkreuz verbunden sind. Letzteres trägt eine 50 *cm* hohe Glasröhre, an derem oberen Ende eine Messing fassung sitzt; in diese passt eine Hartgummiplatte, an der zwei Silberdrähte befestigt sind. Sie tragen einen rechteckigen Rahmen, um den Kupferdraht mehrmals herumgewunden ist. Durch Drehen der Hartgummiplatte kann das Rechteck in jede beliebige Vertikalebene eingestellt werden. An dem Rahmen sind unten durch einen Draht vier kleine Platten befestigt, die in ein mit Glycerin gefülltes Glasgefäss eintauchen. Oben an dem Rahmen ist ein Zeigerkreuz angebracht, das sich vor einer Theilung bewegt, die auf vier Ansätzen der Messingsäulen ruht. Der elektrische Strom geht von zwei Klemmschrauben des Grundbretts nach dem oberen Ende der Glasröhre durch die Silberdrähte zu den Windungen des Rahmens. Letzterer kann leicht abgenommen und durch andere Drahtkombinationen ersetzt werden. Für elektrodynamische Versuche wird ein festes Stromgestell an einer Säule angebracht, die auf einem Holzschlitten verschiebbar ist. Der obere Theil der Säule kann um eine lothrechte Axe gedreht werden und trägt einen kleinen, um eine waagerechte Axe drehbaren Hartgummizylinder, an dem ein rechteckiger Draht oder auch ein rechteckiger Rahmen mit mehreren Drahtwindungen befestigt wird. *H. H.-M.*



Neu erschienene Bücher.

Chemiker-Kalender für 1893. Vierzehnter Jahrgang. Herausgegeben von Dr. R. Biedermann. Mit einer (Tabellen enthaltenden) Beilage. Berlin, Julius Springer. M. 3,00.

Der vierzehnte Jahrgang des Chemiker-Kalenders ist soeben erschienen. Die Fortschritte der Chemie und Physik haben in demselben sorgfältige Berücksichtigung gefunden. Eine Reihe von Tabellen ist neu bearbeitet worden; besonders wesentlich ist die Neubearbeitung der Tabelle, welche von etwa 2300 chemischen Körpern Molekulargewicht, Krystallform, Farbe, Volumgewicht, Schmelz- und Siedepunkt, sowie die Löslichkeitsverhältnisse in Wasser, Alkohol, Aether u. s. w. mittheilt. Wir empfehlen den Kalender auch unseren Lesern als einen zuverlässigen Rathgeber.

Tafeln für Umrechnung von Thermometerangaben nach Réaumur auf die Angaben des hunderttheiligen Thermometers sind in Folge des Erlasses des Königl. Preuss. Ministers der geistlichen, Unterrichts und Medizinal-Angelegenheiten auf Veranlassung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt von der Buchdruckerei von P. Stankiewicz hergestellt worden und zu nachstehenden Preisen, ausschliesslich Porto, zu beziehen:

1.	Kleine Tafeln auf Papier	1000 Stück zu M.	10,00
2.	„ „ „ gelbem Karton	1000 „ „ „	15,00
		100 „ „ „	2,50
3.	„ „ „ starkem weissen Karton, lackirt mit Metallöse	100 „ „ „	5,00
		10 „ „ „	1,00
4.	„ „ „ gelbem Karton	100 „ „ „	5,00
		10 „ „ „	1,00.

Die Mittheilung über diese Tafeln ist die letzte, welche uns mit der Unterschrift des verstorbenen Direktors Loewenherz durch die Reichsanstalt zugegangen ist; wir erhielten sie wenige Tage nach dem Tode desselben.

W. Gillett. *The Phonograph and how to construct it.* London. M. 5,30.

C. Heim. Die Akkumulatoren für elektrische Beleuchtungsanlagen. Leipzig. M. 2,00. In Leinwand M. 2,50.

E. Kittler. Handbuch der Elektrotechnik. 2. Aufl. In 3 Bänden. Bd. I. VIII und 1007 S. mit 674 Holzschnitten. M. 40,00.

W. Voigt. Bestimmung d. Konstanten d. Elastizität u. Untersuchung d. inneren Reibung für einige Metalle. Göttingen 1892. (*Abh. Akad. d. Wissenschaften*). M. 6,50.

J. Zacharias. Die Akkumulatoren z. Aufspeicherung d. elektrischen Stromes, deren Anfertigung, Verwendung und Betrieb. XVIII u. 251 S. mit 110 Abbildungen. Jena. M. 9,00.

C. Bohmeyer. Anleitung zur Aufstellung und Behandlung elektrischer Uhren. 94 S. mit 45 Abbildungen. Berlin. M. 2,50.

J. M. Eder. Ausführliches Handbuch der Photographie. 4 Bde. Bd. I in 2. Aufl. In zwei Theilen. 587 u. 740 S. mit 4 Portraits, 14 Tafeln und 1098 Holzschnitten. Halle. M. 28,00.

Lambert's Photometrie. *(Photometrica sive de mensura et gradibus luminis, colorum et umbrae. 1760.)* Deutsch von E. Anding. 3 Hefte. 135, 112 u. 172 S. mit 109 Fig. Leipzig. M. 6,10.

G. Schilling. Ueber Drehstrommotore. Wien. (*Sitzungsb. Akad.*) M. 0,40.

A. Heydweiller. Hilfsbuch für die Ausführung elektrischer Messungen. VIII u. 262 S. mit 58 Fig. Leipzig, J. A. Barth. M. 6,00, geb. M. 7,00.

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Abtheilung für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin.

Sitzung vom 4. Oktober 1892. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Neben Mittheilungen über die Sammelausstellung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik auf der Weltausstellung in Chicago und Berathung anderer wirthschaftlichen Fragen (vgl. *Vereinsblatt No. 18*) wird die Herausgabe eines allgemeinen Adressbuches der deutschen Mechaniker und Optiker besprochen. Die Nothwendigkeit eines solchen Buches wird anerkannt, namentlich wenn auch noch verwandte Zweige, Werkzeugfabrikanten, Giesser und Materialienhändler aufgenommen werden, jedoch wurde der Wunsch ausgesprochen, dass nicht die Gesellschaft, sondern ein privater Verleger dieses Werk in die Hand nehmen möchte und die Gesellschaft nur soweit als möglich ihre Unterstützung zusage.

Sitzung vom 18. Oktober 1892. Vorsitzender: Herr Haensch.

Herr Seidel führt die von ihm konstruirte und gebaute Schraubenschneidemaschine vor. Mittels derselben können Schrauben bis zu 200 *mm* Länge und 30 *mm* Durchmesser hergestellt werden. Nachdem der Vortragende die Konstruktion der Maschine erläutert hat, werden an derselben eine Reihe von Gewinden hergestellt. Im Anschluss hieran zeigt Herr Sprenger die von ihm konstruirte Schneidekluppe vor und erläutert dieselbe.

Die Sitzung vom 1. November fiel wegen des Ablebens des Herrn Direktors Loewenherz aus.

Sitzung vom 15. November 1892. Vorsitzender Herr Haensch.

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung mit tiefempfundenen Worten über den schweren Verlust, den die Gesellschaft durch den Tod ihres um sie hochverdienten Ehrenmitgliedes, des Herrn Direktors Loewenherz, erlitten hat; er gedenkt der rastlosen Thätigkeit des Verstorbenen und seiner edlen, sympathischen Persönlichkeit und theilt mit, dass seine Verdienste später eine entsprechende Würdigung erfahren sollen. Die Versammlung erhebt sich zum Andenken des Verstorbenen von ihren Plätzen.

Herr von Liechtenstein legt die von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt hergestellten Normalgewinde für Befestigungsschrauben vor, welche als internationale einheitliche Schraubengewinde für die Feintechnik vorgeschlagen werden sollen. Herr Fuess erläutert in klarer und übersichtlicher Weise die Entstehung dieser unter Mitwirkung der Schraubenkommission ausgearbeiteten Vorschläge (vgl. *diese Zeitschr. 1892. S. 329*); er theilt mit, dass die Annahme dieser Vorschläge durch eine nach München einberufene internationale Konferenz vorbereitet gewesen sei, dass aber der Tod des Herrn Direktor Loewenherz hierin eine Verzögerung verursacht habe. Der Vortragende verhehlte nicht, dass das vorgeschlagene System nicht alle Wünsche befriedige, wünscht jedoch, dass die Versammlung sich mit demselben einverstanden erkläre, um endlich einen Abschluss der langjährigen, mühsamen und kostspieligen Arbeiten herbeizuführen. In der sich an den Vorschlag anschliessenden Debatte betonen die Herren Haensch, Grimm und Noehden einzelne Mängel der Vorschläge; gleichwohl spricht die Versammlung einstimmig ihre Zustimmung zu den Vorschlägen aus.

Die Herren Friedrich und Haensch jun. führen mit Hilfe von Zeichnungen und mittels Projektionsapparates die Konstruktionen einiger Drehbänke vor, die bereits in dem *Vereinsblatte* beschrieben worden sind. Diese Art der Vorführungen findet vielen Beifall und wird in der Folge weiter fortgesetzt werden.

Patentschau.

Elektrizitätszähler für Drehstromanlagen. Von H. Aron in Berlin. Vom 26. November 1891 No. 63350. Kl. 21.

Bezeichnen $A\ B\ C$ (Fig 1) die Zuführungen bezw. deren Ströme zu einem mit Drehströmen betriebenen Nutzwiderstand $a\ b\ c$ und sind $\alpha\ \beta\ \gamma$ die beziehungsweisen Spannungen, so ist nach den Kirchhoff'schen Gesetzen: $c-b=A$, $a-c=B$, $\alpha+\beta+\gamma=0$. Die Arbeit eines Drehstromsystems wird durch die Gleichung $K=a\alpha+b\beta+c\gamma$ ausgedrückt. Zieht man von der rechten Seite einen Ausdruck $c\ (\alpha+\beta+\gamma)$ ab, der $=0$ ist (da $\alpha+\beta+\gamma=0$), so ergiebt sich: $K=\alpha B-\beta A$.

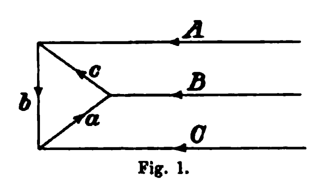


Fig. 1.

Elektrizitätszähler, welche die durch diese Gleichung ausgedrückte Kombination zur Grundlage haben, die also gekennzeichnet sind durch die Verbindung zweier Systeme, deren jedes (mittel- oder unmittelbar) das Produkt aus dem Strom je einer Zuführung und derjenigen Spannung misst, die zwischen dieser Zuführung und der dritten herrscht, während der Zähler die Differenz bezw. die Summe dieser beiden Prodrukte zieht oder verzeichnet, sind unter Benutzung des durch Fig. 2 dargestellten Schaltungsschemas leicht herzustellen. Es könnte z. B. ein Uhrzähler benutzt werden, dessen eines Pendel die beiden Nebenschlussspulen α und β trägt, die in den Hauptstromspulen A und B schwingen u. s. w.

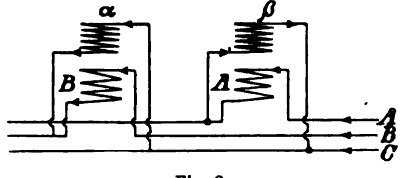
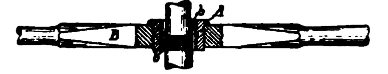


Fig 2.

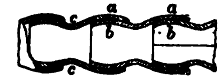
Werkzeug zum Abdrehen oder auch zum Abdrehen und Gewindeanschneiden. Von J. van Delden in Almelo, Holland. Vom 10. September 1891. No. 62606. Kl. 49.

Eine geschlossene Büchse A hat auf ihrer Innenseite konzentrische, durch Kanäle b unterbrochene Schneidekanten oder Schneidezähne, deren Entfernung von einander sich bis zum Durchmesser des herzustellenden Bolzens allmälig verringert. Diese Büchse wird in das Auge eines Windeeisens B eingesetzt, um ohne Anwendung einer Drehbank ein genaues Abdrehen eines Bolzens und Anschneiden eines Gewindes zu ermöglichen.

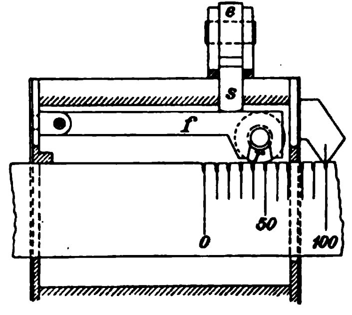


Biegsames Rohr aus äusseren und inneren, drehbar verkuppelten Rohrstücken. Von W. Wolff sen. in Berlin. Vom 12. August 1891. No. 62953. (Zusatz zum Patent No. 58726). Kl. 47.

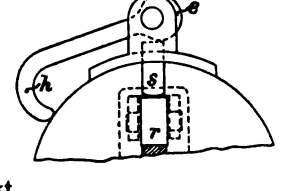
Das in dem früheren Patent angegebene biegsame Rohr wird in der Weise abgeändert, dass je ein balliger Stutzen b mit einem zylindrischen Stutzen a zu einem Einzelstutzen $a\,c\,b$ verbunden wird. Hierbei ist die gelenkige Verbindung und Dichtung je zweier vereinigter Stutzen $a\,c\,b$ entweder nach der früher angegebenen Art oder durch Ueberwalzen einer am weiteren Stutzentheile a befindlichen Fortsetzung c über den engeren Stutzentheil bewirkt, so dass dadurch eine Verdrehung aller Rohrstutzen und eine Krümmuug des Rohres ermöglicht wird.



Laufgewicht mit aushebbarer Schneide. Von J. Hitschler in Crefeld. Vom 30. Juni 1891. No. 63313. Kl. 42.

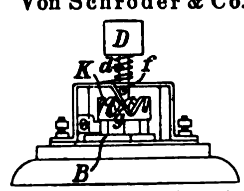


Die Schneide des in einem früheren Patent angegebenen Laufgewichtes wird ausgehoben mittels eines Exzenters e, der durch den Stift s auf den die Laufrolle r tragenden beweglichen Arm f einwirkt.

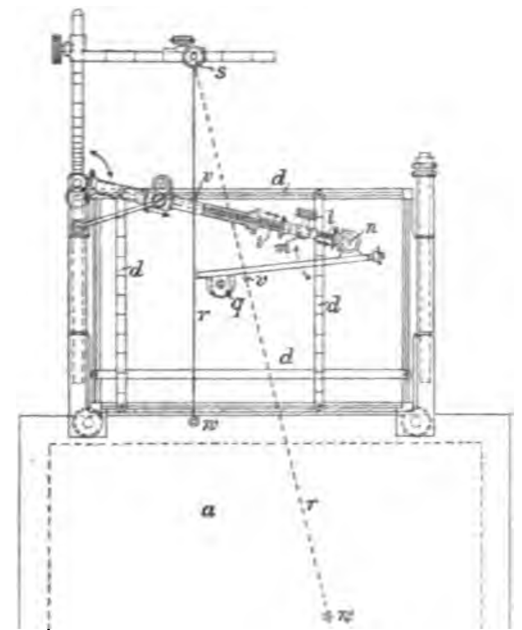


Druckknopfumschalter mit Kronschaltrad. Von Schröder & Co. in Frankfurt a. M. Vom 1. September 1891. No. 62923. Kl. 21.

Bei diesem Umschalter ist über der sich drehenden Stromschlussscheibe B ein Kronschaltrad K angeordnet, welches durch Drücken auf einen Knopf D mittels des Fingers f fortgeschaltet wird. Hierbei wird durch Anlegen des Fingers f an eine schräge Gleitbahn g eine kleine Drehung der Axe d bewirkt, sodass das Kronschaltrad bei Rückgang des Knopfes D nicht mitgedreht wird.



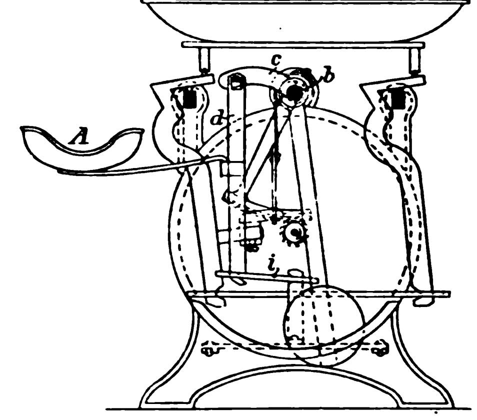
Vorrichtung zur unmittelbaren Uebertragung eines Schaubildes in beliebigem Maassstab auf die Zeichnungsebene. Von M. Stühler in Würzburg. Vom 11. Juli 1891. No. 63199. Kl. 42.



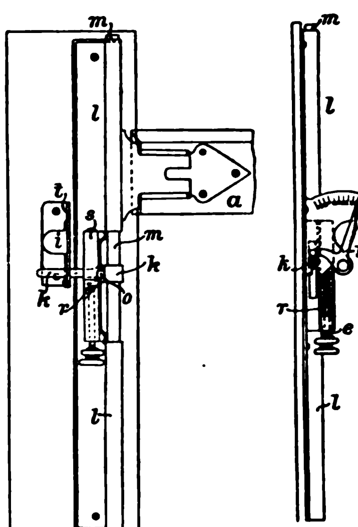
Diese Zeichenvorrichtung besteht im Wesentlichen aus dem Zeichenbrett *a*, einem daran befestigten stellbaren Rahmen *d*, einem etwas vor diesem Rahmen befindlichen, durch ein Gelenk *m*, einen Teleskopauszug *i l m* u. s. w. nach allen Richtungen beweglichen, feststellbaren Stützpunkt *q* für das Auge des Zeichners und endlich aus einem Gummifaden *r*, der bei *s* befestigt ist und den Zeichenstift *w*, wie eine verschiebbare Glasperle *v* oder dergl. trägt. Beim Zeichnen wird der Faden durch den Zeichenstift so gespannt und geführt, dass die Perle *v*, vom Augenpunkt *q* aus beobachtet, sich den Umrissen des Naturbildes entlang bewegt. Hierbei giebt der Stift *w* das Naturbild auf der Tafel *a* wieder. Durch Verschiebung der Glasperle *v* kann der Maassstab der Zeichnung beliebig verändert werden.

Oberschalige Neigungswaage. Von F. Koch in Hannover. Vom 21. Juli 1891. No. 63281. Kl. 42.

Mit der Welle *b* des Gewichtsthebels einer oberschaligen Neigungswaage ist ein verhältnissmässig langer Hebel *c* fest verbunden, auf welchem vermittels der Glieder *d i* die in die kleinere Waagschale *A* gelegte Last wirkt. Diese Nebenwaage dient zur Wägung kleinerer Lasten. Sie ist empfindlicher als die Hauptwaage und besitzt demgemäss eine besondere Skale, auf welcher ein Zeiger spielt, der mit dem Hauptzeiger ein Stück bildet.



Schraffirlineal. Von J. Paraschivescu in Bukarest. Vom 26. Juli 1891. No. 63282. Kl. 42.



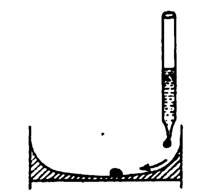
Das Ziehlineal *a* ist mit dem Rundstab *m* verbunden, der in der Hülse *l* verschiebbar ist und durch den Arm *k* bewegt wird. Die Verschiebung von Lineal *a* und Stab *m* wird durch Druck auf den Winkelhebel *i* bewirkt. Hierbei klemmt sich der Arm *k*, welcher mit seinem Auge den Stab *m* lose umfasst, auf diesem fest und nimmt vermöge dieser Klemmung den Stab mit, bis der mit *k* durch *a* verbundene Stift *s* an die Stellschraube *e* anstösst. Beim Nachlassen des Druckes führt die Feder *r* die Theile *s*, *o* und *k* in ihre ursprüngliche Lage zurück, wobei wegen der grösseren Nähe des Angriffspunktes der Kraft keine Klemmung zwischen *k* und *m* stattfindet.



Analysirverfahren und -Apparat für Alkohol und andere Flüssigkeiten oder zu verflüssigende Stoffe. Von C. Gossart in Paris. Vom 4. September 1891. No. 63050. Kl. 42.

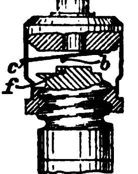
Das Verfahren beruht auf folgender Beobachtung. Lässt man einen Tropfen einer verdampfbaren Flüssigkeit auf die durch Adhäsion gekrümmte Oberfläche einer Flüssigkeit fallen, so rollt der Tropfen entweder erst eine gewisse Strecke auf der Oberfläche hin, oder er ver-

sinkt sofort in die Flüssigkeit hinein. An der Oberfläche der letzteren, sowie an der des Tropfens befindet sich nämlich eine durch Verdampfung entstandene Atmosphäre, die gewissermaassen ein Dampfpolster für den auffallenden Tropfen bildet und ihn eine Zeit lang am Einsinken hindert. Dieses Dampfpolster ist aber nur dann vorhanden, wenn Tropfen und Flüssigkeit qualitativ und quantitativ gleich sind; ist dies nicht der Fall, so wird die von der einen Flüssigkeitsoberfläche ausgestossene Dampfatmosphäre von der anderen Flüssigkeit absorbirt, und der Tropfen, des Dampfpolsters beraubt, sinkt mehr oder weniger rasch ein. — Das hierauf beruhende Analysirverfahren eignet sich besonders zur Untersuchung von Spiritus und ähnlichen Flüssigkeiten. Man bringt den betr. Spiritus in ein Gefäss mit derartig geneigten Wänden, dass die Oberfläche der Flüssigkeit in Folge der Adhäsion eine möglichst günstige Krümmung zeigt. Lässt man nun die vermutheten Verunreinigungen, wie Amyl-, Butyl-, Propylalkohol, Holzessig, Aldehyd u. s. w., nacheinander auftropfen und beobachtet das Abrollen oder Einsinken, so folgt hieraus die An- oder Abwesenheit der betreffenden Substanzen. In entsprechender Weise, durch Verdünnen oder Konzentriren mittels Destillation, lässt sich die Menge der vorhandenen Verunreinigungen feststellen.

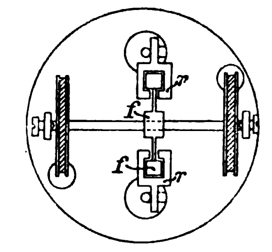


Vorrichtung zur Verhinderung des Lockerns von Glühlampen. Von G. Schwarzlose in Breslau. Vom 26. September 1891. No. 62448. (Zusatz z. Pat. No. 60924). Kl. 21.

Bei der durch das frühere Patent geschützten Vorrichtung wird der Stift durch einen an der Feder *c* angebrachten Körner *b* ersetzt, welcher in die am Lampenboden eingelassene Vertiefung *f* selbthätig einschnappt. Der Körner *b* wird entweder durch die aus der Lampenfassung hervorragende Federverlängerung *c* mit der Hand ausgehoben oder durch kräftige Drehung der Lampe herausgedrängt.

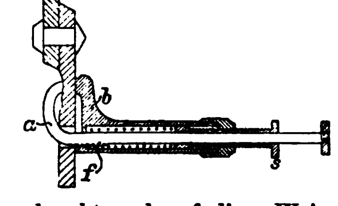


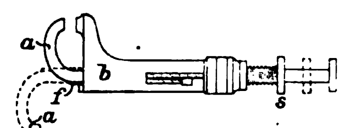
Elektrische Bogenlampe. Von B. Gerhardt in Leipzig. Vom 19. September 1891. (Zus. zum Pat. No. 61427) No. 63232. Kl. 21.



Bei der Bogenlampe des früheren Patents werden die gelenkartigen Hebel durch Hebel *rr* ersetzt. Dieselben greifen über den Rand der Scheibe *f* und sind so eingestellt, dass sie je in einer Richtung die Scheibe mitnehmen oder bremsen, während sie je in der anderen Richtung der Drehung der Scheibe kein Hinderniss entgegenstellen.

Dickenmesser, besonders für Dampfkesselwände. Von W. Fr. Phelps und T. D. Werwin in St. Paul, V. St. A. Vom 7. Juli 1891. No. 62970. Kl. 42.





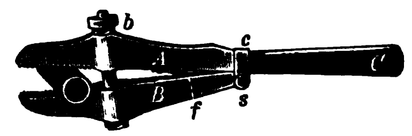
Der unter der Wirkung einer Schraubenfeder stehende verschiebbare Theil *a* des Dickenmessers ist drehbar, sodass er in die punktirt gezeichnete Lage gebracht und auf diese Weise leicht durch ein Loch der zu messenden Wand gesteckt werden kann. Die Theile *a* und *b* werden in ihrer Messstellung durch Nut und Feder *f* gesichert. Diese Feder setzt sich bei der punktirten Stellung von *a* auf den Theil *b* auf. Das Maass wird durch einen mit *a* verbundenen Zeiger und eine auf *b* angebrachte Skale angegeben und kann auch mittels der Stellschraube *s* festgehalten werden.

Für die Werkstatt.

Amerikanischer Rohrschlüssel. *Bayr. Industrie- und Gewerbebl.* ***24.*** *S. 312.* (*1892*) aus *The Iron Age.*

Die American Saw Co. in Trenton N. J. stellt einen Rohrschlüssel her, der mit der einfachen, in *dieser Zeitschrift 1888. S. 444* beschriebenen „Hechtschnauze“ grosse Aehnlichkeit hat. Während jene zwei unverrückbar mit einander verbundene Backen hat, von denen die

eine glatt, die andere mit Sperrzähnen versehen ist, hat der vorliegende Rohrschlüssel zwei bewegliche Backen *A* und *B*, von denen die eine *A*, welche in gerader Fortsetzung den Schaft *C* zur Handhabung des Schlüssels trägt, nach diesem hin von einem Ueberwurf *c* umgeben ist, in welchem die zweite Backe *B* bei *s* scharnierartig gehalten wird. Die Backen werden durch einen Schraubenbolzen *b*, der zwecks freier Anordnung mit Kugel und Kugelmutter in den Backen gelagert ist, zusammengehalten und genähert, während eine Feder *f* sie auseinander zu halten bestrebt ist. Die beiden Backen tragen entgegengesetzte Sperrzähne, die beim Anziehen der Mutter des Schraubenbolzens in das zu drehende Rohr eindringen. Zur Benutzung des Schlüssels werden die Backen mittels des Bolzens auf die entsprechende Weite eingestellt; der Schlüssel wird über das Rohr geschoben und nunmehr im Sinne einer Rechtsdrehung bewegt; dabei wird die Backe *B* nach dem Schaft *C* hin zurückgedrängt, der Bolzen *b* schräg gestellt und die Maulweite dadurch verringert, sodass die Zähne in das Rohr eindringen und dasselbe fester fassen, dasselbe Prinzip wie bei der oben zitirten „Hechtschnauze". Dieser gegenüber hat der amerikanische Rohrschlüssel den Vortheil, dass ein Druck in der Richtung vom Schaft auf das zu klemmende Rohr zu erübrigt wird, wie es bei der Hechtschnauze nothwendig ist, um ein Eindringen der Zähne in das Rohr zu veranlassen; ist dieser Druck nicht gross genug, so gleitet die Hechtschnauze auf der Rohrwandung. Wie bei jener wird auch bei dem Rohrschlüssel durch Linksdrehung eine Oeffnung der Backen bewirkt.



Der Unterschied zwischen beiden Schlüsseln besteht demnach ausser dem genannten Vortheil hauptsächlich in der Komplizirtheit und dem höheren Preise des vorliegenden Werkzeuges.

K. F.

Vorrichtung zum Biegen von Röhren. Von Firma Pessavant-Iselin in Basel. *Bayr. Industrie- u. Gewerbebl.* **24.** *S. 448.* (*1892*) aus *Bad. Landesztg.*

Um Röhren in jede beliebige Form zu biegen, ohne ihre äussere Gestalt zu verändern, füllt man sie zumeist mit einem bei gewöhnlicher Temperatur starren Stoffe, der an sich so beschaffen ist, dass er sich selbst ohne grosse Schwierigkeiten biegen lässt. So benutzt man zu diesem Zwecke Blei und schmiegsamen Wachskitt, Hilfsmittel, die man in geschmolzenem Zustande in die Röhren giesst und darin erstarren lässt, um sodann die Biegung vorzunehmen; für weiche Röhren wendet man auch wohl Füllungen von Sand oder Schrot an. Indessen alle diese Mittel haben gewisse Nachtheile, die beim Blei darin bestehen, dass die zum Schmelzen dieses Metalles nöthige Temperatur die Härteeigenschaften z. B. der Messingröhren vernichtet und eine Benutzung für leicht schmelzbare Röhren überhaupt ausschliesst, und dass die Röhren wie auch bei Verwendung von Wachskitt schwer zu reinigen sind.

Die Firma Pessavant-Iselin in Basel bringt nun eine Biegevorrichtung in den Handel, die den genannten Materialien gegenüber grosse Vortheile haben und für Röhren aus jedem Metall verwendbar sein dürfte, und ausserdem den Vorzug grosser Billigkeit hat. Die Vorrichtung besteht aus einer Spiralfeder von 60 *cm* Länge, die aus sehr gutem Tiegelstahldraht gewunden ist; vorn ist sie mit einer Spitze zur Erleichterung des Vorschiebens in der Röhre und hinten mit einer angebogenen Oese versehen, die das Herausziehen ermöglicht. Die dem Rohrdurchmesser angepasste Feder wird gut eingefettet in die Röhre geschoben, worauf dieselbe in der üblichen Weise leicht gebogen werden kann. Zum Herausnehmen der Feder dreht man sie etwas nach rechts, wodurch sich ihr Durchmesser vermindert; man kann sie dann leicht aus dem Rohr entfernen.

K. F.

Berichtigung.

In der Mittheilung über „Das Ansetzen von Beizen zur Metallbearbeitung" S. 292 dieses Jahrganges Z. 26 v. unten ist statt **20** Theile Salpetersäure .... zu lesen: **200** Theile Salpetersäure ....

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Namen- und Sach-Register.

